's Gravesande, Willem Jacob van

PHYSICES ELEMENTA MATHEMATICA, EXPERIMENTIS CONFIRMATA.

Sive

Introductio ad Philosophiam NEWTONIANAM.

Auctore

GULIELMO JACOBO 's GRAVESANDE,

A. L. M. *Jur. Utr. & Phil. Doctore, Regiæ Societ. Lond. Socio, Astron. & Math. in Acad. Lugd. Bat. Professore ordinario.*

TOMUS PRIMUS.



LUGDUNI BATAVORUM,

Apud { PETRUM VANDER Aa, *Typographum Academiæ atque Civitatis,* & BALDUINUM JANSSONIUM VANDER Aa. } Bibliop.

MDCC XX.

Cum Privilegio Præpotent. Ordd. Hollandiæ & West-Frisiæ.

PRIVILEGIE.

DE Staaten van Holland ende West-Vriesland, doen te weeten, alsoo ons vertoont is by Pieter vander Aa, Boekverkooper tot Leyden, hoe dat hy Supplt. nu aldereerst nieuw hadde gedrukt Guiljelmi Jacobi 's Gravesande Physices Elementa Mathematica, experimentis confirmata. Sive Introductio ad Philosophiam Newtonianam, in Quarto, cum figuris, het eerste deel, synde het vervolgh van het voorsz. werk by den suppl. meede tegenwoordigh onder de Pars, dogh alsoo den Supplt. beducht was, dat eenige nydige, off baatsoekende Menschen, 't sy binnen off buytens Lands hem 't voorn. werk souden mogen koomen naa te drucken, waar door hy van alle syne groote kosten en arbeyd tot nu toe gedaan en nog te doen, soude versteken syn, soo keerde den Supplt. sigh tot Ons versoekende Ons Octroy, om het voorn. werk en vervolg voor den tyd van vyftien eerst achter een volgende Jaren, alleen met seclusie van allen anderen hier te Lande te mogen drucken, uyt te geven, en te verkopen in sodanige taalen en formaten, als den Supplt. voor syn intrest best oirbaar soude vinden, met expres verbod, waar by aan allen en eenen ygelycken buyten hem Supplt. off die syn actie off recht naermaels mochten verkrygen, door Ons verboden wiert, het voorn. werck off vervolg van dien in eenigerhande taalen te drucken, naa te drucken, te doen naadrucken, uyt te geven, te verkopen, ofte verhandelen, in 't groot noch klein, in 't geheel noch ten deelen, noch met, noch sonder Platen, noch onder pretext van vermeerderingh, verbeteringh, veranderingh van naem, valsche tekens, ofte hoedanigh het ook genoemt soude mogen werden, ofte in eenigerhande taal off taalen buyten desen Lande gedrukt werdende, deselve niet te mogen inbrengen, te verhandelen, off te verkopen, alles telckens op verbeurte van alle de naagedruckte, ingebrachte, verhandelde off verkogte Exemplaren, soo dickwils en menigmaal als deselve souden werden achterhaelt, mitsgaders daar en boven een boete van drie duysent guldens by Ons tegens de Contraventeurs te stellen. SOO IST, dat Wy de saake, en 't versoeck voorsz. overgemerkt hebbende, ende genegen wesende ter beede van den Supplt. uyt Onse rechte wetenschap, Souveraine maght, en authoriteyt den selven Supplt. geconsenteert, geaccordeert, ende geoctroyeert hebben, consenteeren, accordeeren, en octroyeeren hem mitsdesen, dat hy geduyrende den tyd van vyftien eerst achter een volgende Jaren het voorsz. werk genaemt Guiljelmi Jacobi 's Gravesande Physices Elementa Mathematica, experimentis confirmata, sive Introductio ad Philosophiam Newtonianam, in Quarto cum figuris met het vervolg van dien, binnen den voorsz. Onsen Lande alleen sal mogen drucken, doen drucken, uytgeven, en verkoopen, in sodanige taalen en formaten, als den Supplt. voor syn intrest best oirbaar sal vinden, verbiedende daerom allen, ende een ygelycken het selve Werk en Vervolg in eenigerhande taalen in 't geheel, ofte ten deelen naa te drucken, te doen naa drucken, te verhandelen, ofte te verkopen, ofte elders naergedruckt, binnen den selven Onsen Lande te brengen, uyt te geven, te verhandelen ofte te verkoopen, op verbeurte van alle de naagedruckte, ingebragte, verhandelde ofte verkogte Exemplaren, ende een boete van drie duysent guldens daer en boven te verbeuren, te appliceeren een derde part voor den Officier, die de Calangie doen sal, een derde part voor den Armen der plaatse daar het casus voorvallen sal, en het resterende derde part voor den Supplt. ende dit telkens soo menigmael als deselve sullen werden achterhaelt, alles in dien verstande, dat Wy den Supplt. met desen Onsen Octroye alleen willende gratificeeren tot verhoedinge van syne schade door het naadrucken van het voorsz. Werk of Vervolg, daar door in genigen deele verstaen den inhoude van dien te authoriseeren ofte te advoueeren, ende veel min het selve onder Onse protectie ende bescherminge eenigh meerder credit, aansien ofte reputatie te geven, nemaar den Suppliant in cas daer in iets onbehoorlykx soude influeeren, alle het selve tot synen laste sal gehouden wesen te verantwoorden, tot dien eynde wel expresselyck begeerende, dat by aldien hy desen Onsen Octroye voor het selve Werk sal willen stellen, daar van geen geabrevieerde ofte gecontraheerde mentie sal mogen maecken, nemaer gehouden sal wesen, het selve Octroy in 't geheel ende sonder eenige Omissie daer voor te drucken, ofte te doen drucken, ende dat hy gehouden sal syn een Exemplaer van het voorsz. werk gebonden ende wel geconditioneert te brengen in de Bibliotheeck van Onse Universiteyt tot Leyden, en daer van behoorlyck te doen blycken, alles op poene van het effect van dien te verliesen; ende ten eynde den Supplt. desen Onsen Consente en Octroye moge genieten als naer behooren, lasten Wy allen ende een ygelycken die 't aangaen mag, dat sy den Supplt. van den inhoude van desen doen laten ende gedogen, rustelyck, vredelyck ende volkomentlyk genieten ende gebruycken, cesseerende alle beleth ter contraire. Gedaen in den Hage onder Onsen Grooten Zegele hier aen doen hangen op den aghtsten November in 't Jaer onses Heeren en Zalighmakers seventhien hondert en negentien.

Was getekent,

A: HEINSIUS, vt

Ter Ordonnantie van de Staten,

SIMON VAN BEAUMONT.

ILLUSTRIBUS, NOBILISSIMIS,
& AMPLISSIMIS

ACADEMIÆ BATAVÆ,
quæ LEIDÆ eſt,

CURATORIBUS,

D. GULIELMO BARONI
DE WASSENAER,
TOPARCHÆ IN STERRENBERGH, EQUESTRI NOBILIUM HOLLANDIÆ ORDINI ADSCRIPTO, DELEGATORUM ILLUSTR. ET PRÆPOT. HOLLANDIÆ ORDINUM PRÆSIDI, ETC. ETC.

D. HUBERTO ROSEBOOM, JCTO.
TOPARCHÆ IN 's GREVELSREGHT, SUPREMÆ BATAVORUM CURIÆ PRÆSIDI, ETC. ETC.

D. HERMANNO VANDEN HONERT, JCTO.
REIPUBLICÆ DORDRACENÆ CONSULI, AGGERUM ALBLASSERWAERDENSIUM COMITI, ETC. ETC.

*2 EO-

EORUMQUE COLLEGIS

NOBILISSIMIS GRAVISSIMISQUE VIRIS

REIPUBLICÆ LUGDUNENSIS

CONSULIBUS,

D. JOANNI VANDEN BERGH, JCTO.
EX FOEDERATA HAC REPUBLICA OLIM NOMINE IMPERATORIS CAROLI VI. BRABANTIÆ, FLANDRIÆ, HANNONIÆ, ETC. EPHORO, ET AD RES EARUM ORDINANDAS DELEGATO.

D. JOHANNI VAN ASSENDELFT, JCTO.

D. HENRICO VAN WILLIGEN, JCTO.

D. ABRAHAMO VAN GERWEN, JCTO.

NEC NON

VIRO SPECTATISSIMO

D. PETRO GIJS, JCTO.
REIPUBLICÆ LUGDUNENSIS SCABINO, AMPLISSIMIS CURATORIBUS ET CONSULIBUS A SECRETIS,

Hæc Physices Elementa
D. D. D.
G. J. 's GRAVESANDE.

PRÆFATIO.

QUi variorum Philoſophorum circa *Phyſicam* ſcripta contulerit, ſcientias omnino diverſas hoc nomine deſignari, in dubium vocare non poterit, dum omnes ſe veram cauſam Phænomenôn naturalium tradituros pollicentur. Nil mirum, Matheſis fallere neſcia vix extra diſputationis metam a ſui cultoribus ſervatur.

Sed ne nos ſententiarum varietas a veritatis inquiſitione abducat, ſtudio & labore aſſequitur veritas, & qui flagranti hujus amore rapitur, ſi errores non omnes, quod minime humanum, effugit, difficilius tamen in illos cadit.

Caute in Phyſicis procedendum; circa Intelligentiæ ſupremæ opera verſatur hæc ſcientia; tradit

quas, dum primordia rerum
Conderet, omnipotens ſibi Leges ipſe Creator
Dixerit, atque operum quæ fundamenta locarit:

quomodo hiſce Legibus univerſa rerum congeries regatur, &, quomodo ordo nunquam ſatis mirandus, quibus omnia peraguntur, iiſdem Legibus in Mundo ſervetur, explicat.

Cavendum ne fictum pro vero admittamus, eo ipſo ulteriori examini januam claudimus; nulla vera Phænomenôn explicatio ex falſo principio deduci poteſt; mentiſque humanæ figmentum diſcere, aut Intelligentiæ ſapientiſſimæ opus perpendere quantum intereſt. Cumque ſapientiæ divinæ inveſtigatio, & cum hac ſemper conjuncta veneratio, ſcopus Phyſici eſſe debeat, hic ex fictis hypo-

thesibus ratiocinandum non esse ulterius probare inutile foret.

Ipsa ergo Natura indefesso labore, animoque attento, continuo examinanda est. Lente quidem progredimur, sed quæ deteguntur certa sunt, & quæ mortalium cognitionem superant sæpe determinamus. Quod fere omnes in errorem duxit, est sciendi immoderata cupido; & non fatendæ ignorantiæ, sæpe studio acquisitæ, a ratione superandus pudor. Sed si in verbis ludere non vetitum, docta indoctæ scientiæ anteponenda ignorantia.

Physica inter partes Matheseos, cujus objectum est quantitas in genere, merito refertur. Dividitur Mathesis in puram & mixtam. In generales figurarum proprietates inquirit illa, abstractasque ideas pro objecto suo habet. In hac res ipsæ examinantur, consequentiasque non modo legitimas dari requiritur, sed ut cum rebus ipsis congruant ideæ circa quas ratiocinamur.

Ad Mathesin mixtam pertinet Physica; ratiociniorum Mathematicorum bases sunt Corporis Proprietates & Naturæ Leges, quod nemo, qui hujus scientiæ scopum examinavit, inficias ire potest. Quid autem pro Naturæ Lege sit habendum, qua methodo ad has Leges investigandas procedendum, minime inter Philosophos convenit. Necesse ideo duxi in hac Præfatione tueri quam in hoc Opere secutus sum philosophandi Methodum *Newtonianam*, quæ in primo capite breviter exponitur.

Non agitur in Physicis de prima rerum formatione; rationi non modo consentaneum est quod Sacræ Litteræ tradunt, Mundum a DEO conditum, nequidem per momen-

tum

tum temporis Naturam examinantem Intelligentiæ supremæ vestigia latent. Asserere ex quibusdam generalibus motus Legibus Mundum originem ducere potuisse, & *omnino parum referre* quid de prima materiæ divisione fingatur. *Et vix aliquid supponi posse ex quo non idem effectus per easdem Naturæ Leges deduci possit*: illudque ex hac ratione, quod *cum illarum ope materia formas omnes quarum est capax successive assumat, si formas istas ordine consideremus, tandem ad illam, quæ est hujus Mundi, nos posse devenire: adeo ut hic nihil erroris ex falsa suppositione sit timendum.*

Hæc, inquam, asserere & notiones maxime claras evertere vix differt, ut a plurimis Viris doctis abunde probatum; & ad quod argumenta proferre inutile videbitur illi, cui ignotum sententiam, adeo a ratione remotam, & Divino Numini contumeliosam, ab antiquis & novis, etiam præclaris Philosophis & ab omni Atheïsmi labe remotissimis, in medium prolatam.

Positis ergo omnibus a DEO creatis, explicandum quibus Legibus omnia regantur; & ut solam Lunam memorem, dicendum:

qua causa argentea Phœbe
Passibus haud æquis eat, & cur subdita nulli
Hactenus Astronomo numerorum fræna recuset;
Cur remeant nodi, cur auges progrediantur.
quantis refluum vaga Cynthia Pontum
Viribus impellat; fessis dum fluctibus ulvam
Deserit, ac nautis suspectas nudat arenas;
Alternis-ve ruens spumantia littora pulsat.

De

De investigatione autem Naturæ Legum ut dicam, res altius petenda est.

Substantiæ quid sint inter nobis ignota referendum est. Quasdam, ex. gr. materiæ proprietates novimus, sed in quo subjecto hæreant hæ nos omnino latet. An Corpori non multæ aliæ tribuendæ sint proprietates, de quibus nullam habemus ideam, quis asserere potest? Cui etiam enotuit an præter Corporis proprietates quæ a materiæ essentia profluunt non dentur aliæ a DEI libera potestate pendentes, substantiamque extensam & solidam (hæc enim a nobis Corpus vocatur) quibusdam, sine quibus existere posset, proprietatibus ornari. De ignotis, fateor, nihil affirmandum aut negandum est. Sed non illi hanc sequuntur regulam, qui, quasi omnia quæ ad Corpus pertinent plenissime perspecta haberent, in Physicis ratiocinantur, paucasque Corporis proprietates notas ipsum Corpus constituere asserere non dubitant.

Quid obsecro sibi vult proprietates substantiæ ipsam constituere substantiam? An quæ separatim subsistere non possunt simul juncta subsistent? An extensum, impenetrabile, mobile esse, &c. concipi possunt sine subjecto cui hæ proprietates competant? Et an hujus subjecti ullam habemus ideam?

In incerto relinquendum quod incertum est; & ne ignorantiam fateri pudeat: neque timendum de ignoto nimium affirmari, dum subjectum omnino ignotum quibusdam incognitis proprietatibus forte præditum esse asserimus. Qui vero cum hoc axiomate se nixos dicunt, quod de incognitis non sit ratiocinandum, pro ratiocinii fundamento habent

bent nil circa Corpus ignoti dari, nisi forte fortuna errorem non vitabunt.

Corporis proprietates a priori detegi nequeunt; Corpus ipsum ideo est examinandum, hujusque proprietates exactissime perpendendæ sunt, ut possimus determinare quid in rerum Phænomenis ex illis proprietatibus sequatur.

Corpus ulterius examinando videmus quasdam leges dari generales, secundum quas corpora moventur. *Corpus motum in motu continuare: actioni semper æqualem esse & contrariam reactionem* extra omne dubium est. Multæque aliæ similes circa Corpus deteguntur Leges, quæ minime ex proprietatibus, quæ ipsum Corpus constituere dicuntur, deduci possunt; cumque hæ Leges semper, id est, in omnibus occasionibus, & ubique obtineant, & omnia corpora iis subjiciantur, pro generalibus Naturæ Legibus habendæ sunt. Circa has in obscuro est, an ex materiæ essentia fluant; an deducendæ sint ex proprietatibus corporibus, ex quibus constat Mundus, a DEO tributis, sed Corpori minime essentialibus; tandem an non pendeant effectus, qui pro Naturæ Legibus habentur, a causis extraneis nobis nequidem ideis attingendis.

Quis mortalium de omnibus aut singulis Naturæ Legibus hac in parte aliquid non temere asserere audebit? Multas etiam Leges non esse detectas, circa alias varia desiderari, qui Naturæ Phænomena examinavit, plenissime persuasum habebit.

Non tamen ut ignoto fundamento nixum contemnendum Philosophiæ Naturalis studium. Limitibus arctis circumscribitur mentis humanæ cognoscendi capacitas, & qui

** nisi

nisi evidentiæ assensum dare negat omnibus momentis in dubio hæret, & inter incognita refert multa, circa quæ vix per momentum temporis dubitandum plerique credunt. Cognita tamen ab ignotis rite separare est animi intelligentis perfectio, terræ incolam superans. Si in Physicis multa latent, quæ in hac scientia traduntur certa sunt. Ex paucis generalibus principiis innumera Phænomena peculiaria explicantur; hæcque ex illis Mathematica demonstratione deducenda sunt. Agitur ubique de motuum collatione, id est, de quantitatum comparatione, circa quam qui demonstrationibus Mathematicis in ratiociniis non progrediatur, si non in errorem, saltem in incertas conclusiones incidet.

Quæcunque ergo habeat ignota Physica, vasta & certissima est nihilominus hæc scientia, & maxime utilis. Corrigit innumera circa res naturales & divinam sapientiam falsa judicia; omnibusque momentis in DEI operibus hanc sapientiam ante oculos ponit; & multum differt supremi Numinis potentiam sapientiamque argumento Metaphysico novisse, & has omnibus momentis in effectibus ipsis contemplari.

Satis ergo patet, quinam sit scopus Physices, ex quibus Naturæ Legibus Phænomena sint deducenda; & quare, quando ad Leges generales pervenimus, non ulterius in causarum inquisitione penetrare possimus. Superest, ut de ipsarum Legum investigatione dicamus, & tres regulas *Newtonianas* in primo hujus Operis capite traditas sequendas esse probemus.

Prima est, *causas rerum naturalium non plures admitti debere quam quæ veræ sint, & earum Phænomenis explicandis*

dis sufficiant. Pars prior ex ante dictis plenissime sequitur. Altera a nemine, qui sapientem rerum Conditorem non negat, in dubium vocari potest; si causa quædam sufficit, aliam superaddere inutile erit. Adde effectum ex duplici causa nunquam exactissime idem esse cum effectu ex simplici, unica ergo ad effectum explicandum non sufficiet, & ambæ erunt jungendæ.

Regulæ duæ sequentes ut probentur, quædam generalia præmittenda sunt.

Jam monuimus Demonstrationes Mathematicas nisi circa ideas non versari, & ubi de rebus ipsis agitur ante omnia requiri ut cum rebus ideæ conveniant, quod nulla Mathematica demonstatione probari potest. Cum tamen omnibus momentis circa res ipsas ratiocinandum sit, & nil de rebus in mente dari possit præter harum ideas, ratiociniaque omnia ideas immediate spectent, sequitur a DEO constitutas quasdam regulas, quibus de convenientia idearum cum rebus possimus judicium ferre.

Omnia ratiocinia Mathematica quantitatum comparationem spectant, & in illis requiritur ut contrarium contradictionem involvat. Triangulum rectilineum, cujus tres anguli duos rectos non æquant, impossibile est. Ubi de collatione quantitatum non agitur, contraria propositio impossibilis non semper datur. Indubitatum est, ex. gr. *Petrum vivere*, licet certissimum illum heri potuisse mori. Cum autem in innumeris occasionibus in casu simili cum certitudine affirmandum aut negandum sit, sequitur dari ratiocinia certissima, a Mathematicis ratiociniis omnino diversa. Hæcque clare ex rerum constitutione & sic ex

præsumta DEI voluntate sequuntur. Qui enim homines necessitate cogit de veritate aut falsitate propositionis pronunciare, quibus judicium necessario nititur argumentis assentiendum esse, clare indicat; & non digne de DEO sentit qui aliter ratiocinatur.

Ut ad Physicam redeamus, in hac de convenientia rerum cum ideis sensibus dijudicandum. Extensio, ex. gr. materiæ & hujus soliditas, quæ hoc fundamento affirmantur, extra omne dubium sunt. Non hic agitur, an sensus quibusdam in occasionibus fallant, & quomodo error vitetur, rem in genere hic examinamus.

In Physicis de omnibus non possumus immediate sensibus judicium ferre; datur & alia legitima, licet non Mathematica, ratiocinandi methodus, hoc axiomate fundata; *Pro vero habendum omne quod si negetur societas inter homines destruitur, aut his vivendi ratio adimitur.* Ex qua propositione, quæ a nemine iu dubium vocari potest, regulæ philosophandi *Newtonianæ* secunda & tertia evidentissime deducuntur.

Nisi enim, quæ ubique obtinent ubi Experimenta instituere licet, pro generaliter veris habeantur, effectusque similes ex causa simili oriri ponantur, quis per momentum temporis tranquille vivere poterit?

Quotidie, nequidem ad illud attendendo, sequentia ratiocinia unusquisque pro indubitatis habet, & clare videt horum conclusiones, sine præsentis rerum constitutionis destructione, in dubium vocari minime posse.

Ædificium, hodie in omnibus partibus firmissimum, crastino die sponte non ruet: id est, partium corporum cohæ-

hæsio horumque gravitas, quas nisi interveniente causa extranea nunquam mutatas vidi aut audivi, hac nocte non mutabuntur; quia causa cohæsionis & gravitatis eadem erit crastino die ac hodie. Quod ratiocinium certum esse nisi ex memorato principio deduci non posse quis non videt?

Tigna & lapides, quæ in quacunque regione ad ædificium construendum apta sunt, seposita omni mutatione ex causa extranea, hic translata inservire poterunt; & de ruina non magis sollicitus ero, ac in prima regione incolæ fuissent, si, non translatis tignis & lapidibus, ipsi ex his domum construxissent: id est, vis, qua partes cohærent, & illa, qua corpora gravia sunt, in variis regionibus non differunt.

Tali cibo per tot annos usus sum, & hodie eo sine timore vescar.

Ubi cicutam video, venenum ibi dari concludo, licet de hac ipsa quam video nullum experimentum sumsero.

Hæc omnia ratiocinia analogiam pro fundamento habent, & extra omne dubium est, nos a rerum Conditore in necessitate per analogiam ratiocinandi redactos esse, & hanc ideo ratiociniorum legitimum esse fundamentum.

Quo semel probato & illa ratiocinandi methodo uti poterimus in illis rebus, circa quas ratiocinari nulla non vitanda necessitate cogimur. Argumento, quod in uno casu procedit, in alio assensum negare non debemus. Quis enim concipiet, quæ eodem modo probantur non æque certa esse? Adde ex necessitate quidem generaliter deduci, ratiocinandi methodum esse legitimam, ratiocinia vero peculiaria ab hac necessitate non pendere. Ex analo-

gia concludo, cibum non esse veneficum; an argumentum non procedit nisi cum esurio?

In Physicis ergo per Phænomena Naturæ Leges sunt detegendæ; per inductionem pro generalibus habendæ; de cetero Mathematice ratiocinandum. Qui, quo hæc tractandæ Physices methodus fundamento nitatur, serio examinaverit, solam hanc esse legitimam, hypothesesque omnes esse rejiciendas, facillime percipiet.

Hæc de philosophandi Methodo; restat ut de ipso Opere, cujus Tomus primus nunc in lucem prodit, quid dicatur.

Dividitur totum Opus in quatuor libros. Primus agit de corpore in genere & corporum solidorum motu. Secundus fluida spectat. Quæ ad lucem pertinent, in tertio tractantur. In quarto tandem motus corporum cœlestium & quæ in terris ad hos relationem habent explicantur. Primi duo libri hoc Tomo continentur.

Ut Physices studium quantum fieri potest amœnum & facile reddatur, omnia Experimentis esse elucidanda, ipsasque conclusiones Mathematicas hac Methodo sub oculis esse ponendas necessarium duxi.

Qui scientiæ elementa conscribit, non quid novi, quantum ad materiam, Orbi Litterato pollicetur; ideoque inutile duxi monere ubi reperiantur quæ hic traduntur. Pro meo sumsi quodcunque proposito meo utile mihi visum est, credidique satis esse de hoc monere ad omnem furti suspicionem vitandam. Malo gloriam, si quam ex paucis novis, quæ sparsim in hoc Tractatu dantur, sperare possum amittere, quam alii suam detrahere; sumat ergo quisque quod suum credit, nihil mihi vindico.

Quod Machinas attinet, quibus Experimenta instituenda sunt,

ſunt, varias aliorum Auctorum imitari curavi, multas inter has mutavi perfectioresque reddidi, plures novas addidi. Neque mirum in hac neceſſitate illum incidiſſe qui ad experimentum vocavit multa, de quibus nil ſimile nemo antea forte tentavit. Mathematicus enim circa illa quæ Mathematice demonſtrantur Experimenta ſuperflua credit: nos autem Mathematicas demonſtrationes, ſemper abſtractas, faciliores reddi, ſi experimentis concluſiones ſub oculis ponantur, extra omne dubium habuimus; in hoc imitati Anglos, quorum docendæ Philoſophiæ naturalis Methodus nobis occaſionem dedit cogitandi de hac quam in hoc Opere ſecuti ſumus; illorum veſtigia tenere ſemper gloriabimur, qui, Principe Philoſophorum duce, primi in Philoſophiſicis detegendæ veritatis viam ingreſſi ſunt.

Circa Machinas ulterius monebo, pleraſque conſtructas eſſe ab Artifice in hac urbe ingeniociſſimo & ſimul Philoſopho non imperito *Joanne van Muſſchenbroek*, cui omnes quæ hic explicantur pleniſſime notæ ſunt; quod monere non ingratum fore iis credidi, qui forte quaſdam Machinas imitatas deſiderarent.

INDEX CAPITUM.

LIBER PRIMUS.

Pars Prima. De Corpore in genere.

Pars

INDEX CAPITUM.

Pars Secunda. De Motu corporum solidorum.

LIBER SECUNDUS.

Pars Prima. De Gravitate, Pressione, & Resistentia Fluidorum.

Pars Secunda. De Motu Fluidorum.

Pars Tertia. De Aëre fluido elastico.

PHY-

PHYSICES
ELEMENTA MATHEMATICA, EXPERIMENTIS CONFIRMATA.

LIBER I.

Pars I. de Corpore in genere.

CAPUT I.

De Scopo Physices & regulis Philosophandi.

PHysica circa *res naturales* & illarum *Phænomena* versatur.

DEFINITIO 1. & 2.

Res naturales *sunt omnia corpora*; *congeriesque illorum* 1.
omnium universum *vocatur*.

DEFINITIO 3.

Phænomena naturalia, *sunt omnes situs & omnes mo-* 2.
tus corporum naturalium, ab actione entis intelligentis immediate non pendentes, & qui a nobis sensibus observari possunt.

Non excludimus ex numero Phænomenorum naturalium motus qui in corpore nostro ad voluntatem fiunt, producuntur enim per motum musculorum & horum actio iterum a motu alio pendet, in hisce solus motus ex actione immediata mentis oriundus, & nobis omnino ignotus, non est Phænomenon naturale.

Omnes hi motus, regulis certis peraguntur & legibus semper iisdem adstricti sunt.

Sol quotidie oritur & occidit, tempusque ortus & occasus pro anni tempestate & loco, semper determinatur, ejusdem speciei plantæ, iisdem positis circumstantiis eodem mo-

do producuntur & crescunt & sic de cæteris. In iis ipsis quæ nobis omnino fortuita & incerta apparent, certas observari regulas extra omne dubium est.

3. Physica *Phænomena naturalia explicat*, id est, *illorum causas tradit*.

* Cum in illas causas inquirimus, ipsum corpus in genere examinandum est, deinde quibus regulis rerum conditor omnes motus peragi voluerit. Hæ *regulæ*, vocantur *leges Naturæ*.

DEFINITIO 4.

4. Naturæ lex ergo *est*, *Regula & norma*, *secundum quam Deus voluit certos motus semper*, *id est*, *in omnibus occasionibus*, *peragi*.

Omnis lex immediate a Dei voluntate pendet.

Est etiam nostri respectu lex naturæ, omnis effectus, qui in omnibus occasionibus, eodem modo producitur, cujus causa nobis est ignota, & quem videmus ex nulla lege nobis nota fluere posse.

Nostri enim respectu non interest, an quid immediate a Dei voluntate pendeat, an vero mediante causa, cujus nullam ideam habemus, producatur.

Leges naturæ nisi ex examine Phænomenorum naturalium, non possunt elici.

Ope legum sic detectarum Phænomena alia explicari debent.

In investigatione Naturæ legum, sequentes Regulæ Newtonianæ observandæ veniunt.

REGULA 1.

5. *Causas rerum Naturalium non plures admitti debere quam quæ & veræ sint, & earum Phænomenis explicandis sufficiant.*

REGULA 2.

6. *Effectuum Naturalium ejusdem generis easdem esse causas.*

REGULA 3.

7. *Qualitates corporum quæ intendi & remitti nequeunt, quæque corporibus omnibus competunt in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendas esse.*

CA-

CAPUT II.

De Corpore in genere.

QUod primum in corpore considerandum venit est *extensio*. 8.

Extensio quid sit nemo ignorat, illius idea fere semper menti nostræ obversatur & simplicissima est, unde quidem concipitur, verbis tamen nullis describi potest.

Omne corpus est extensum, sublata corporis extensione integrum tollitur corpus.

Omne tamen extensum non est corpus, in quo vero corpus a mero spatio differat, non potest determinari, nisi prius excussis aliis corporis proprietatibus.

Secunda quæ examinanti corpus sese offert est *soliditas*. 9.
Corpus locum deserere impotens, omne aliud corpus ex loco a se occupato excludit, & corpora fluidissima æque ac maxime dura ea proprietate gaudent.

Tertia corporis proprietas est *divisibilitas*, eo quod cor- 10.
pus est extensum, etiam est divisibile. Extensio enim alia extensione minor semper potest concipi, unde videmus in omni extensione partes dari, quæ partes in corpore a se invicem possunt separari, quia

Corpus quarta proprietate præditum est, quod possit de 11.
loco in locum transferri, unde corpus *mobile* dicitur.

Quando nullum datur obstaculum, corpus ictui minimo cedit, major tamen vis requiritur ad corpus movendum majori cum celeritate quam cum minori, & ad movendum corpus majus quam minus, si æqualis fuerit velocitas; Vis etiam major iisdem in casibus requiritur ad sistendum corpus quando est in motu, corpus ergo quiescens motui & corpus motum quieti resistit; illud oritur ex materiæ *Innertia*, quæ in
omnibus corporibus quantitati materiæ proportionalis est, 12.
qui omnibus materiæ particulis æqualiter competit.

Omne corpus figura est præditum, unde Figurabilitas vul-

go in corporis proprietatibus essentialibus adnumeratur, quæ potius ex aliis proprietatibus fluere videtur.

Si ab omni parte in corpore divisiones fiant, & partes removeantur, quod in medio remanet ab omni parte terminatum est, & necessario figura præditum; Idem corpus varias potest induere figuras, quia in partes potest resolvi & illæ in vario ordine erga se invicem per motum disponuntur. Non etiam contradictionem involvit dari corpus infinitum, quod nulla figura præditum esset.

CAPUT III.

De extensione, soliditate, & vacuo.

13. HIc consideranda venit in Scholis decantata quæstio *de vacuo*, scilicet an detur extensio omni materia destituta; hæc enim extensio vocatur *vacuum*, *inane*, aut *merum spatium*.

Vacuum revera dari ex Phænomenis probatur, & ideo in sequentibus hæc propositio ad examen revocabitur.

Vacuum possibile esse ex solo examine idearum deducitur. Omne enim quod clare concipimus existere posse, possibile est.

Quæstio ergo eo redit, an habeamus ideam extensionis non solidæ.

Soliditatis ideam acquirimus per contactum; corpora quædam nobis resistere sentimus, & quidem omnibus momentis nobis illa resistunt, quæ descensum versus inferiora loca impediunt; ex qua resistentia apparet corpus ex loco a se occupato omne aliud corpus excludere, id est, illud solidum esse; quam soliditatis ideam ad corpora subtiliora quæ propter partium tenuitatem sub sensus non cadunt, transferimus, & experientia constat, hæc ipsa, æque ac durissima aliis corporibus resistere.

EXPERIMENTUM.

14. Aër in quo vivimus fere semper visum & tactum nostrum fugit, in antlia tamen exacte clausa embolo resistit, ita ut nulla vi ad antliæ fundum protrudi possit.

In

In extensionis autem idea non continetur idea soliditatis, hanc non nisi ex contactu, illam vero sine illo acquirimus, & si quis nunquam corpus tetigisset, ei soliditas omnino ignota esset.

Conspiciat quis idolum inter speculum concavum & objectum representatum, idolum tale non resistit, corpus tamen æque densum ac corpus representatum videtur, possunt enim colores magis vividi in idolo quam ipsius objecti colores representari; si homo nihil unquam præter talia idola vidisset, & ipsius corpus tali idolo simile esset, an ullam soliditatis haberet ideam? non videtur; extensionis tamen certissime habebit.

Hic non agitur de eo quid sit tale idolum, de ideis disputamus, sat est illud dari.

In soliditatis privatione non omnis sita est differentia inter *spatium* & *corpus*. 15.

Spatium est infinitum, ac nullis terminari posse limitibus, rem attente consideranti patebit.

In spatio partes dari clare videmus, a se invicem vero separari nequeunt, immobiles sunt, ut & ipsum spatium.

Spatii idea simplicissima est; corporis magis est composita, potest hoc moveri, ejus partes separationem patiuntur & finitum facillime concipitur.

Soliditas a quibusdam *impenetrabilitas* vocatur, & ex natura extensionis illam deducere conantur; pedi cubico ex. gr. extensionis, pes alter cubicus extensionis addi non potest quin habeamus duos pedes cubicos, singuli enim habent omnia quæ ad illam magnitudinem constituendam requiruntur; pars ergo una spatii partes omnes alias excludit & ipsa illas admittere non potest. 16.

Resp. hæc omnia vera esse, quia partes spatii sunt immobiles, falsa vero essent nisi pars spatii in alio loco translata contradictionem involveret, & ex immobilitate partium spatii, non ex impenetrabilitate seu soliditate, profluunt.

CAPUT IV.

De divisibilitate corporis in infinitum, & particularum subtilitate.

17. EO quod corpus est extensum etiam est divisibile, idest, in eo partes considerari possunt.

Differt tamen corporis divisibilitas, ab extensionis divisibilitate, illius enim partes a se invicem separari possunt. Hæc vero proprietas cum ab extensione pendeat, in extensione examinari debet; demonstrata deinde facile ad corpus transferri poterunt.

18. Corpus est divisibile in infinitum, id est, in ejus extensione nulla pars quamtumvis parva potest concipi, quin detur ad huc alia minor.

TAB. I. fig. 1. Sit linea A D, ad B F, perpendicularis, ut & G H, ad parvam ab A distantiam, ad eandem etiam perpendicularis, centris C, C, C, &c. & radiis C A, C A, &c. describantur circuli secantes lineam G H, in punctis *e*, *e* &c. quo major est radius AC, eo minor est pars *e* G: radius potest in infinitum augeri & sic ergo minui pars *e* G, quæ tamen nunquam ad nihilum potest redigi, quia circulus cum linea recta B F, coincidere nunquam potest.

Partes ergo magnitudinis cujuscunque in infinitum possunt minui & nullus divisionis datur finis.

Innumeris aliis, idem probari potest Mathematicis demonstrationibus.

19. Objectiones præcipuæ sunt, infinitum finito contineri non posse; ex divisibilitate in infinitum sequi, omnia corpora esse æqualia, aut infinitum alio infinito majus dari.

Sed hisce responsio facilis est, infinito tribuuntur proprietates quantitatis finitæ & determinatæ. Partes infinite parvas numero infinito in quantitate finita dari non posse quis unquam probavit, ut & omnia infinita esse æqualia? Contrarium in innumeris occasionibus a Mathematicis demonstratur.

Aliæ etiam proponuntur objectiones in quibus actualem dari

dari ponitur divisionem corporis in partes numero infinitas & a se invicem separatas. Talem divisionem neque defendimus neque concipimus, corpus quantumvis minutum ulterius posse dividi demonstravimus, & hoc merito vocari *divisionem in infinitum* credimus, quod enim nullos habet limites *infinitum* dicitur.

Partes infinite parvæ non dantur, particularum tamen in- 20.
multis corporibus tanta est subtilitas, ut captum nostrum in immensum superet, & innumera in rerum natura dantur exempla illarum particularum a se invicem separatarum.

Boileus hæc variis probat argumentis.

Loquitur de filo serico trecentis ulnis Anglicanis longo & 21.
ponderis duorum granorum cum semisse.

Folia auri mensuravit, & ponderavit & reperit, quinqua- 22.
ginta pollices quadratos unicum tantum ponderare granum; si unius pollicis longitudo dividatur in ducentas partes, omnes oculo destingui poterunt, dantur ergo in pollice quadrato partes visibiles quadraginta millia, & in uno auri grano partium numerus est duarum millionum, quas partes visibiles adhuc posse dividi nemo negabit.

Octo granis auri deaurari potest integra argenti untia, 23.
quæ deinde porigitur in filum longitudinis tredecim millium pedum.

In corporibus odoriferis majorem adhuc partium percipi- 24.
mus subtilitatem & quidem a se invicem separatarum, plura longo tempore fere nihil sui ponderis amittunt & spatium satis magnum particulis odoriferis continuo implent, qui computum de tali subtilitate inire voluerit in illarum numero quid portenti facille reperiet.

Ope microscopiorum objecta quæ visum fugiunt magna vi- 25.
dentur, dantur animalcula per optima microscopia vix visibilia, habent tamen partes omnes ad vitam necessarias, sanguinem, & alia liquida, subtilitas partium illa componentium quanta sit quis non videt?

Non aptius caput hocce claudi posse credimus, quam sequenti theoremate quod ex iis quæ de divisibilitate materiæ dicta sunt facile deducitur.

Da-

26. *Data quavis materiæ particula quantumvis exigua, & dato ſpatio quovis finito utcunque amplo, poſſibile eſt, ut materia iſtius arenulæ per totum illud ſpatium diffundatur, atque ipſum ita adimpleat ut nullus ſit in eo porus cujus diameter minimam datam ſuperet lineam.*

CAPUT V.

De cohæſione partium, ubi de duritie, mollitie, fluiditate & elaſticitate agitur.

OMne corpus quod in ſenſus noſtros cadit, ex parti-
27. culis quam minimis conſtat, nulla illarum in ſe eſt indiviſibilis, noſtri reſpectu, omnes ſunt, diviſio enim quæ a nobis fieri poteſt, eſt particularum ſeparatio.

Quando magna vis ad illam ſeparationem requiritur, corpus durum vocatur.

Si partes facilius cedant & cum ſub lapſu partium introcedant molle vocatur.

Sed hæc in ſignificatione vulgari, vis magna & minor nihil determinati denotant & corpus durum reſpectu unius hominis, alteri molle videtur.

DEFINITIO 1.

Philoſophicè corpus durum vocatur, *cujus partes inter ſe*
28. *cohærent & neutiquam introcedunt, itaut partes nullo motu affici poſſint quin diſrumpatur corpus.*

Corpus tale perfectè durum nullum novimus.

DEFINITIO 2.

Philoſophice corpus molle vocatur *cujus partes introce-*
29. *dunt & ſublabuntur licet ad illud mallei ictus requirantur.*

DEFINITIO 3.

Corpus cujus partes cuicunque impreſſioni cedunt & cedendo
30. *facillime moventur inter ſe* vocatur fluidum.

Hæc omnia a cohæſione partium pendent, quo arctior eſt eo magis ad perfectam duritiem corpus accedit. Durities vero particularum minimarum ab illarum ſoliditate non differt,

fert, & eſt proprietas eſſentialis corporis, quæ non magis explicanda eſt, quam quare corpus ſit extenſum & mens cogitet.

An omnia corpora ex particulis æqualibus & ſimilibus conſtent omnino ignoro, & circa cauſam cohæſionis particularum adhuc multa obſcura ſunt.

Naturæ leges quæ hic locum habent ex Phænomenis deducuntur.

Cohæſionis lex peculiaris eſt, omnes particulas *vi attractiva* gaudere. 31.

DEFINITIO 4.

Per vocem *attractionis* intelligo *vim quamcunque qua duo corpora ad ſe invicem tendunt*; licet forte illud per impulſum fiat.

Illa vero *attractio* hiſce legibus ſubjicitur, *ut in ipſo particularum contactu ſit per quam magna, & ſubito decreſcat, ita ut ad diſtantiam quam minimam quæ ſub ſenſus cadit non amplius agat, imo etiam ad majorem diſtantiam ſeſe mutet in* vim repellentem, *qua particulæ ſeſe mutuo fugiunt.*

Ope hujus legis multa Phænomena facillime explicantur, & innumeris experimentis chemicis illa attractio & repulſio pleniſſime probantur, etiam ex ſequentibus experimentis illas dari ſatis patet.

EXPERIMENTUM 1.

In omnibus corporibus liquidis partes omnes ſeſe mutuo attrahere videmus, ex figura Sphærica quam guttæ ſemper habent; ex eo etiam quod nullum detur liquidum, cujus partes non ſint quaſi conglutinatæ, quod in ipſo Mercurio clare apparet. 32.

EXPERIMENTUM 2.

Sed multo melius hæc mutua particularum attractio probatur, ex eo quod in omnibus liquidis duæ guttæ ut A & B, ſtatim ac ſe invicem quam minime tangunt, in unam guttam majorem F redigantur; quæ omnia cum etiam in metallis liquefactis locum habeant, ſequitur particulas illa componentes & tum ſeſe mutuo attrahere, cum motu ignis a junctione arceantur. 33. TAB. I. fig. 1.

Hæc non oriuntur ab aëris pressione, quia & in loco aëre vacuo procedunt, neque ab alius materiæ cujuscunque pressione ab omni parte æquali, talis enim pressio ad figuram sphæricam in guttis servandam quidem valet, minime vero illam iis tribuere potest.

34. TAB. I. fig. 3. In gutta ovali *acbd*, pressiones in superficies *ad* & *cb* minores sunt, quam pressiones in superficies *ac*, *db*, nam ab omni parte gutta æqualiter premi ponitur, in minori ergo spatio pressio minor est. Non potest tamen gutta rotunda fieri, quin pressiones istæ minores, majores vincant, quod est absurdum.

In attractione contra, quo major est numerus particularum se mutuo attrahentium inter duas particulas, eo majori vi versus se mutuo feruntur, quod motum in gutta producit, donec distantiæ inter puncta opposita in superficie sint ubique æquales, quod in sola figura sphærica locum habet.

Pleraque corpora attractione illa agunt in corpora extranea. Exempla pauca dabo, in quibus effectus attractionis illius sunt maxime notabiles.

EXPERIMENTUM 3.

35. TAB. I. fig. 4. Tubuli vitrei exigui ab utraque extremitate aperti aquæ immerguntur, ut in schemate representatur. Aqua in eos sponte ascendit, & ad majorem altitudinem quo diameter tubuli est minor. Et non requiritur ut tubuli sint admodum tenues, experimentum etiam procedit in tubulo cujus apertura est sextæ partis unius pollicis. Effectum hunc pressioni aëris tribuendum non esse sequenti experimento liquet.

EXPERIMENTUM 4.

36. TAB. I. fig. 5. Suberi annectuntur tubuli & filo æneo AB sustinentur, deinde ope Machinæ pneumaticæ aër ex recipiente R, laminæ æneæ imposito exhauritur, & motu fili AB, aquæ in vitro CD contentæ immerguntur tubuli; aqua in eo casu eodem modo ac in experimento præcedenti in eos ascendit. Quomodo filum sine ingressu aëris moveri possit, in sequentibus, ubi de Machina pneumatica agam, dicetur.

EXPERIMENTUM 5.

37. ABCD sunt duæ laminæ vitreæ planæ, junctæ in AB, in

in CD vero paululum separantur, per interpositam laminam cujuscunque materiæ; Quadrato ligneo H I L M sustinentur, ita ut latus D C semper maneat ad eandem altitudinem; ad horisontem utcunque inclinari possunt laminæ, elevando latus AB ubi conjunguntur, & Cylindro N O laminas in quocunque situ sustinente. Cochlea P inservit ad Cylindrum ad altitudinem quamcunque firmandum. TAB. I. fig. 6.

Gutta aquæ aut olei G interponitur, ita ut ambo plana, prius eodem liquore madefacta, tangat; ab utroque plano attrahitur, sed attractio major est ubi plana minus distant, id est, major est in *e* quam in *f*, gutta ideo versus *e* movetur, id est, ascendit & eo celerius quo altius ascendit, superficiebus quibus gutta vitra tangit, ut & ipsa attractione magnopere crescentibus ubi distantia inter plana minuitur. Angulus inclinationis plani ita potest augeri ut gravitas guttæ æquipolleat attractioni, & tunc gutta quiescit; & si in eo casu magis adhuc elevetur planorum pars A B, gutta descendit propter guttæ gravitatem præpollentem.

EXPERIMENTUM 6.

Vitrea duo plana A B C D junguntur in A B, & in CD interposita lamina paululum separantur, aquæ aliquo colore tinctæ immerguntur, ita ut latera A B, & C D, sint verticalia; antea iisdem planis intus eodem liquore madefactis. Aqua inter illa plana, planorum attractione, ascendit, & ad majorem altitudinem ascendit pro minori inter plana distantia; cum vero continuo à C D, versus A B, illa minuatur, aqua ubique ad diversas altitudines ascendit, & format lineam curvam *e f g*, ex cujus figura, attractionem in distantia minima subito admodum decrescere, ad majorem vero distantiam lentissime, primo intuitu patet. 38. TAB. I. fig. 7.

EXPERIMENTUM 7.

Mercurius Auro & Stanno sese jungit, etiam aqua, & oleum ligno & vitro nitido adhærent. 39.

Repulsionis exempla habemus inter aquam & oleum, & in genere inter aquam & omnia corpora pinguia, inter Mercurium & Ferrum, ut & etiam inter particulas pulveris cujuscunque. 40.

EXPERIMENTUM 8.

Si corpus quoddam pingue, quod aqua levius sit, superficiei, 41.

aquæ imponatur, aut frustum Ferri Mercurio, superficies liquidorum deprimentur circum corpora immersa, ut circum glo-
TAB. I. fig. 8 bum A repræsentatur; & eodem modo ac in casibus ubi vis attractiva locum habet, superficies liquidi circum corpora immersa altior est, ut circum globum B, & per gravitatem ad libellam non defluit; sic in hisce ubi vis repellens actionem suam exerit, liquida per gravitatem non defluunt ad implendas cavitates, quæ circum corpora immersa formantur.

42. TAB. I. fig. 8. Huc pertinent omnia Phænomena globorum vitreorum levissimorum aquæ innatantium; quando nitidi sunt aqua ab omni parte circa eos ascendit, ut in B; quando pinguedine quadam obteguntur, aqua ab omni parte quasi excavatur, ut in A; in vase vitreo in quo experimenta fiunt, aqua per latera vitri ab omni parte etiam sustinetur & ibi altior est, ut in C, & D; quando vitrum ita repletur ut aqua ab omni parte de-
TAB. I. fig. 9. fluat, attractione mutua partium aquæ, altior est in medio quam circa latera, & superficiem convexam format A B C: ex hisce solis sequentia Experimenta explicantur.

EXPERIMENTUM 9. 10. 11. 12. 13.

Quando vitreum vas non omnino aqua impletur, globus nitidus semper, si ad distantiam non admodum magnam a latere vasis aquæ imponitur, versus latus fertur & ei sese jungit. Globus ab omni parte æqualiter ab aqua premitur, quando accedit ad latus vasis, illa eadem vis qua ibi aqua elevatur, tollit pro parte pressionem illam; sic pressio a parte opposita præpollet, & globus versus latus movetur.

Quando vas repletur ita ut aqua defluat, globus a latere vitri sponte versus medium fertur; ex simili ratione, vi qua aqua in medio magis elevatur, etiam ab ea parte pressionem circa globum minuente.

Hæc duo contrarie eveniunt quando globus pinguedine obtegitur, quia vis illa qua aqua & globus sese mutuo repellunt, major est ubi aqua magis elevata est.

Duo globi nitidi, aut pinguedine induti, sese mutuo petunt. Pro globis nitidis ratio jam tradita est; quando pinguedine obtecti sunt, cavitas circum illos datur, ubi cavitates junguntur pressio minuitur, & versus illam partem globus uterque fertur.

Si

Si Globus unus sit nitidus, & alter pinguedine obtectus, sese mutuo fugiunt, cujus ratio ex dictis liquet.

Partes salis cujuscunque sese mutuo magna cum vi attrahere, 43.
ex variis Experimentis constat, & sequenti solo, illa attractio in minima distantia, & vis repellens ad majorem, probatur.

EXPERIMENTUM 14.

Sale in aqua dissoluto, quando illa in vapores redigitur, particulæ salinæ minimæ sese jungunt, & partes majores formant, quod attractionem probat.

Istæ particulæ omnes æquales sunt & eadem figura præditæ, unde sequitur particulas minimas ex quibus formatæ sunt ubique eundem erga se invicem situm habuisse, id est, ubique ad distantias æquales per aquam fuisse diffusas, quod fieri non potest, nisi omnes viribus æqualibus sese mutuo fugiant seu repellant.

Elasticitas corporum, proprietas illa, *qua, si figura illo-* 44.
rum vi aliqua mutetur, ad pristinam figuram redeunt, ex prædictis facillime deducitur: Si enim corpus quoddam sit compactum, flectat se, & cum prematur introcedat sine ullo partium suarum sublapsu, corpus revertet ad figuram suam, vi illa quæ ex mutua suarum partium attractione oritur.

Illam vero aëris proprietatem, quæ illius *elasticitas* dici- 45.
tur, oriri ex vi qua partes sese mutuo repellunt, suo tempore dicetur.

Et ne quis credat, quia causam prædictæ attractionis & re- 46.
pulsionis non damus, illas inter qualitates occultas esse recensendas. Cum Newtono hic dicimus, *nos illa principia considerare non ut* occultas qualitates, *quæ ex* specificis *rerum* formis *oriri finguntur; sed ut* universales *naturæ* leges, *quibus res ipsæ sunt formatæ; nam principia quidem talia revera existere ostendunt Phænomena naturæ, licet ipsorum causæ quæ sint nondum fuerit explicatum. Affirmare singulas rerum species* specificis *præditas esse* qualitatibus occultis, *per quas eæ vim certam in agendo habeant, hoc utique est nihil dicere. At ex Phænomenis naturæ duo vel tria derivare generalia motus principia, & deinde explicare quemadmodum proprietates, & actiones rerum omnium, ex principiis istis consequuntur; id vero magnus esset factus in Philosophia progres-*

sus, etiamsi principiorum istorum causæ nondum essent cognitæ.

LIBRI I. Pars II.

De motu corporum solidorum.

CAPUT VI.

De motu in genere, ubi de loco & tempore.

QUam hic pertractare inchoamus materia latissime in Physicis patet; omnia quæ in rebus naturalibus fiunt ad motum pertinent, ea ipsa quæ de cohæsione partium dicta sunt ad illum relationem habent; nam licet in ipsa cohæsione partes non moveantur, tamen neque explicari, neque dicta Experimentis confirmari potuere sine motu.

47. Motus *est translatio de loco in locum, sive continua loci mutatio.* Unusquisque illius habet ideam, & inutiliter Philosophi laborarunt, ad quærendam definitionem ideæ simplicis, & ad probandum difficili studio perveniri posse ad ignorationem rei, quam aliter nemo ignorat.

48. Locus *est spatium a corpore occupatum*, & de eo idem ac de *motu* dicendum.

Duplex est, *verus* seu *absolutus*, & *relativus.*

DEFINITIO I.

49. Locus verus *est pars spatii immobilis quæ a corpore occupatur.*

DEFINITIO 2.

50. Locus relativus, qui solus sensibus distinguitur, *est situs corporis respectu aliorum corporum.*

Sæpe mutatur locus verus manente relativo, & vice versa.

Unde motus alter est *verus* seu *absolutus*, alter *relativus.*

Dum corpus movetur, tempus labitur.

Tempus etiam duplex est; *verum* seu *absolutum*, & *relativum.*

Verum nullam habet relationem ad motum corporum, neque ad successionem idearum in Ente intelligenti, sed sua natura semper æqualiter fluit.

DEFI-

DEFINITIO 3.

Tempus relativum *est pars temporis veri per motum corporum mensurata*, hoc solum sub sensus cadit. 52.

Motus omnis potest celerior fieri, & etiam corpus tardius quam ante potest moveri; & verisimillimum est nullum dari motum corporum omnino æquabilem; unde sequitur tempus *relativum* a *vero* differre, hoc enim nunquam citius, nunquam tardius fluit.

DEFINITIO 4.

Illa motus affectio, qua in certo tempore certum spatium 53.
a corpore moto percurritur, vocatur celeritas *aut* velocitas; quæ ergo major aut minor est pro magnitudine illius spatii, & *illi spatio semper proportionalis est.*

DEFINITIO 5.

Quo major est vis corpori impressa ad locum mutandum, eo 54.
major est motus, & illa vis vocatur *motus quantitas* seu *motus momentum.*

DEFINITIO 6.

Motus directio *est recta, quæ ducta concipitur versus partem qua tendit mobile.* 55.

DEFINITIO 7.

Potentia *est vis quæcunque in corpus agens ad illud movendum.* 56.

DEFINITIO 8.

Magnitudo illius vis vocatur *potentiæ intensitas.* 57.

CAPUT VII.

De motibus comparandis inter se.

AXIOMATA.

I.

MOtus quantitas *sive* motus momentum *sequitur proportionem causæ motum producentis.* 58.

II.

Toti effectus motuum eodem tempore producti, eandem inter se habent relationem, quam ipsorum motuum momenta. 59.

III.

III.

Duo motus momenta æqualia & contrarie agentia se invicem destruunt, & unum alterum superare nunquam poterit.

61. Corpora in motu duobus respectibus differre possunt, respectu quantitatis materiæ in singulis, & respectu spatii eodem tempore percursi, id est, respectu velocitatis *, & nulla alia datur differentia: hæc duo ergo, & illa quidem sola, in comparandis motibus considerari debent.

* 53.

Quando velocitates sunt æquales, solæ materiæ quantitates considerandæ veniunt; & si sit dupla in uno corpore, motus quantitas erit etiam dupla, quia in eo dantur duo corpora minori corpori æqualia & æquali cum celeritate cum illo mota. Idem de omni alia relatione inter duo corpora dicendum, unde deducimus hanc generalem regulam:

62. *In corporibus inæqualibus & æquivelocibus, motus momenta sunt ut quantitates materiæ in singulis.*

Quando quantitates materiæ sunt æquales, solæ velocitates considerari debent; &

63. *In corporibus æqualibus, motus momenta sunt ut velocitates*, id est, ut spatia eodem tempore percursa *. Nam percursio illorum spatiorum sunt motuum effectus toti, in illo tempore producti, & sunt inter se ut illa spatia, ergo & in eadem ratione ipsa motus momenta *.

* 53.

* 59.

64. Ad determinandam relationem inter duos motus, *quando velocitates sunt inæquales, & corpora respectu quantitatis materiæ differunt, quærendæ sunt duæ quantitates quæ sint inter se ut massæ & ut velocitates. Multiplicando celeritatem utriusque corporis per suam massam, producta habent quæsitam relationem inter se.*

Quando velocitas Ex. gr. est dupla & massa tripla, quantitas motus dupla triplicari debet, est ergo sextupla; casus hic extat quando velocitas est duo in uno corpore, & quatuor in alio, massa prioris quinque & secundi quindecim; multiplicando utramque massam per suam velocitatem, producta habemus 10. & 60., quorum ultimum est sextuplum prioris.

Hæ

Hæc ratio dicitur composita, ex ratione massarum & celeritatum.

Corpus majus potest lentius moveri quam corpus minus, ita ut corpus minus æqualem aut majorem motus quantitatem possit habere quam alterum.

Quando velocitas in minori corpore, est ad velocitatem in majori, ut massa majoris, ad massam minoris; motus quantitates sunt æquales in utroque corpore. 65.

Quantum motus quantitas in minori corpore, respectu massæ est minor, eo major est respectu velocitatis: unde datur æqualitas. Hoc quoque in casu, producta massæ utriusque corporis, per suam celeritatem, sunt æqualia; & celeritates dicuntur esse in ratione inversa massarum, aut reciproce ut massæ.

Quando talia motus momenta contrarie agunt, sese mutuo destruunt. * 66.

* 60.

CAPUT VIII.

De actionibus potentiarum comparandis.

ACtiones potentiarum in corpora agentium inter se possunt comparari, eodem modo ac motus quantitates; & similes regulæ hic locum habent.

In sequentibus videbimus, corpus semel in motu, in motu continuari, etiam cessante causa moventi; ita ut si potentia quadam, tale corpus continuo propelleretur, motus singulis momentis celerior fieret.

Talem actionem potentiarum hic non consideramus, hic agitur de potentiis in obstaculum agentibus, ita ut per resistentiam obstaculi actio potentiæ continuo destruatur, quod notandum; alio enim in casu sequentes demonstrationes non procedunt. Quando ergo hic loquimur de obstaculo a quadam potentia removendo, agitur de *obstaculo maximo*, quod ab illa potentia removeri possit; aliter enim obstaculum totam actionem potentiæ non destrueret.

Potentiarum actiones inter se possunt differre, & respectu magnitudinum obstaculorum, & respectu spatiorum ab obstaculis, id est, a punctis quibus potentiæ applicantur, percursorum: hæc duo sola in comparandis potentiis consideranda sunt.

Obstacula quæ a potentiis removeri possunt, sunt inter se ut potentiarum intensitates *. * 57.

67. Ex quibus sequitur, *actiones potentiarum, cujus intensitates sunt æquales, esse inter se ut spatia percursa.* Eo enim respectu solo differunt, quia obstacula sunt æqualia.

68. *Quando spatia percursa sunt æqualia, actiones istæ sunt ut intensitates.*

69. *Quando & spatia percursa & intensitates differunt, actiones potentiarum sunt inter se in ratione composita, intensitatum, & spatiorum percursorum.*

70. *Quando spatia percursa sunt in ratione inversa intensitatum, actiones sunt æquales.*

DEFINITIO.

71. Vis integra potentiæ vocatur, *illius actio cum relatione ad tempus*; & ideo vires integræ potentiarum sunt inter se, ut actiones eodem tempore productæ.

Hæc omnia eodem modo, ac quæ in præcedenti capite dicta sunt, demonstrari possunt.

CAPUT IX.

Generalia circa gravitatem.

PHÆNOMENON I.

72. *Omnia corpora in Terræ viciniis, si nullo obstaculo impediuntur, Terram versum feruntur.*

DEFINITIO I.

73. *Vis qua corpora Tellurem versus pelluntur, vocatur gravitas.*

DEFINITIO 2.

74. *Vis illa cum relatione ad corpus, quod vi illa propellitur, vocatur* corporis pondus.

PHÆ-

PHÆNOMENON 2.

Vis gravitatis ubique in Terræ viciniis, & omnibus momentis, æqualiter agit. 75.

Parva quidem datur gravitatis differentia in regionibus diverſis, de qua in ſequentibus; nimis tamen eſt exigua ut hic conſideretur, præcipue cum in regionibus, quæ inter ſe ſunt vicinæ, omnino ſit inſenſibilis.

Quando corporis deſcenſus obſtaculo impeditur, pondere ſuo ſemper æqualiter obſtaculum premit, verſus Terræ centrum tendens; poteſt ergo haberi pro potentia in obſtaculum agenti, & ſic quæ de potentiis in capite præcedenti ſunt demonſtrata, hic etiam locum habent. 76.

PHÆNOMENON 3.

Corpora quæ vi gravitatis deſcendunt, ſi omnis tollatur reſiſtentia, ſunt æquivelocia. 77.

PROBATUR EXPERIMENTO.

Ex vaſe vitreo A B, ex duobus vitris conſtanti, & altitudinis fere trium pedum, aër exhauritur: fruſtum Auri & Plumula leviſſima, parti ſuperiori vitri ita annectuntur, ut motu manubrii C D, eodem tempore cadere incipiant: eodem etiam exacte temporis momento, ſemper ad laminam Æneam, cui vitrum imponitur, perveniunt. TAB. II. fig. 2.

Ut hocce Experimentum commode fiat, operculo æneo clauditur apertura ſuperior vaſis memorati. Lamina tenuis incurvata ut in E repræſentatur, operculo connectitur in *e*; illudque per duas cochleas H, ope laminarum duarum minorum, quarum una videtur in *g f*, & quæ, prædictæ laminæ E, affixæ ſunt. 78.

Extremitates laminæ elaſticitate conjunguntur, & inter illas retinetur Aurum & plumula dum aër exhauritur.

Per operculum tranſit filum Æneum, quod ſine ingreſſu aëris poteſt circumvolvi ope manubrii C D; de hoc inferius ubi de Machina pneumatica.

In ſuperiori parte laminæ *e* datur foramen, per quod filum illud tranſit, filique extremitas, quæ inter illam laminam admittitur, videri poteſt in L; eſtque quadrata & cava, ut ei annecti poſſit lamina ovalis I.

Circa hanc notandum, quod minor diameter ovalis talis sit, ut lamina E illam excipiat, extremitatibus prioris junctis manentibus.

Quando vero filum æneum, & eo lamina I circumvolvitur; propter differentiam diametrorum figuræ ovalis, prædictæ extremitates separantur, & corpora suspensa eodem momento libera relinquuntur.

* 160. Ex alio etiam Experimento, in sequentibus memorando *, idem hocce Phænomenon deducitur.

79. Ex eo sequitur, *Gravitatem in omnibus corporibus, id est,*
* 62. *illorum pondera, materiæ quantitati proportionalem esse.* *

80. Omnia ergo corpora constant ex materia æque gravi; & quod corpora non æque gravia videntur, id oritur ex eo, quod minor aut major materiæ quantitas, in spatio æquali detur.

81. Quando pondus consideratur ut potentia, intensitas potentiæ proportionalis est quantitati materiæ in corpore ponderanti, & potentiæ directio est versus Terræ centrum.

CAPUT X.

De Trochlea simplici, Libra, & Centro gravitatis.

DEFINITIO I.

82. TRochlea simplex, *est orbiculus circa axem volubilis,*
TAB. I. fig. 10. *cui circumpositus funis ductarius dictus*, d c e.

Hac Machina potentiæ directio mutatur, nec ullius alius
83. usus est, quando suo loco est fixa; in hoc enim casu, *vis seu potentia funi ductario applicata, ut* M, *æqualis impedimento*
* 71. P, *æquipollet impedimento* *, nam potentia moveri non potest, quin impedimentum eodem tempore spatium æquale percurrat.

Pondera explorantur, id est, quantitates materiæ in sin-
* 79. gulis corporibus comparantur *, per libram aut bilancem, instrumentum notissimum.

DEFINITIO 2.

84. Axis libræ vocatur *linea circa quam libra movetur, aut potius rotatur.*

De-

DEFINITIO 3.

Quando longitudinem brachiorum sive jugi consideramus, axis consideratur ut punctum, & vocatur *centrum libræ.* 85.

DEFINITIO 4.

Puncta suspensionis, aut applicationis, vocantur, *puncta in quibus vel actu sunt, vel libere dependent pondera, aut lances quibus pondera imponuntur.* 86.

Circa hanc Machinam sequentia notanda sunt.

Pondus æqualiter gravat punctum, si libere ab eo dependeat ad quancumque altitudinem, ac si pondus in ipso positum intelligeretur. 87.

Pondus enim corporis ad omnes altitudines æqualiter trahit funem quo suspenditur *. Etiam *74. 75

PROBATUR EXPERIMENTO I.

In libra AB, pondus P, ope funis BD, ad varias suspenditur altitudines; & eo situs libræ non mutatur. TAB. II. fig. 2.

Actio ponderis ad movendam libram eo major est, quo magis punctum a pondere gravatum a centro libræ distat; & actio illa sequitur proportionem distantiæ prædicti puncti ab illo centro. 88.

Quando libra rotatur, in eodem libræ motu, punctum B percurrit arcum B*b*, & punctum A, arcum A*a*, quorum ultimus maximus est; in illo ergo libræ motu actio ejusdem ponderis varia est, pro puncto cui applicatur, & sequitur proportionem spatii ab hoc puncto percursi *; est ergo in A, ut A*a*, in B, ut B*b*; arcus vero illi sunt inter se ut CB, CA. TAB. II. fig. 3. *67. 76

EXPERIMENTUM 2.

Libræ AB brachia in partes æquales dividuntur, & una uncia, nonæ divisioni a centro applicata, tantum valet quantum tres unciæ ad tertiam; & duæ unciæ ad sextam divisionem, quantum tres ad quartam, & sic de cæteris. TAB. II. fig. 4.

Constructio libræ, ad hoc & quædam sequentia Experimenta, ex figura satis patet, si addas N. 102. Ex hisce sequitur, actionem ponderis ad movendam libram esse in ratione composita ipsius ponderis, & distantiæ a centro *: nam illa distantia est ut spatium percursum in motu libræ. *69.

DEFINITIO 5.

89. Libra in æquilibrio dicitur, *quando actiones ponderum in utrumque brachium ad movendam libram, sunt æquales; ita ut sese mutuo destruant*, ut in præcedenti Experimento.

DEFINITIO 6.

Quando libra est in æquilibrio, pondera ab utraque parte dicuntur *æquiponderare*.

90 *Pondera inæqualia possunt æquiponderare*. Ad illud requiritur, ut distantiæ a centro sint reciproce ut pondera *. In eo casu, si unumquodque pondus per suam distantiam multiplicetur, producta erunt æqualia.

*89.70

EXPERIMENTUM 3.

TAB. II. fig. 4. In libra statim memorata, uncia una ad distantiam nonæ divisionis a centro, æquiponderat cum tribus unciis ad distantiam tertiæ divisionis.

91. Huic fundamento nititur Statera Romana, qua unico pondere omnia ponderantur.

EXPERIMENTUM 4.

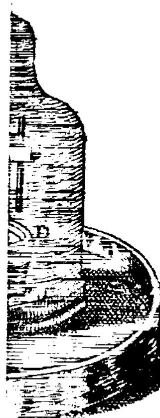
TAB. II. fig. 5. Statera Romana A B habet duo brachia admodum inæqualia; in breviori lanx suspenditur; longissimum in partes æquales dividitur; pondus tale ei applicatur, ut in prima divisione æquiponderet uni unciæ una lanci impositæ: tum corpus ponderandum lanci imponitur, & pondus statim memoratum per longitudinem brachii longioris movetur, donec detur æquilibrium; numerus divisionum, inter pondus & centrum, unciarum numerum denotat, quas corpus ponderat; subdivisiones partes Unciæ denotant.

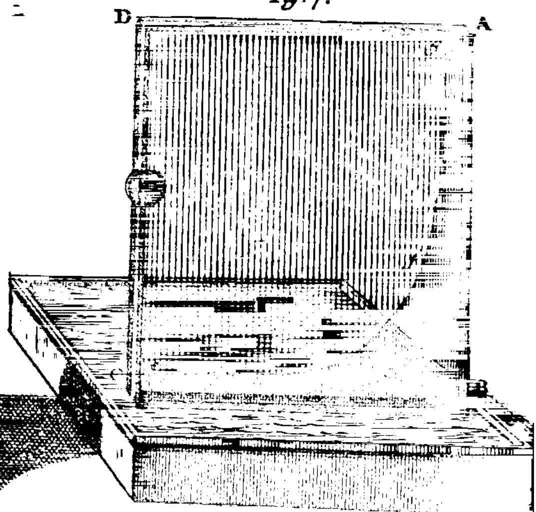
92. Eodem etiam nititur fundamento bilanx fallax, cujus nempe brachia sunt inæqualia.

EXPERIMENTUM 5.

TAB. III. fig. 1. Libræ sæpius memoratæ duæ lances, ponderis inæqualis, applicantur ab una parte ad decimam, ab altera ad nonam divisionem; ita ut detur æquilibrium. Si tunc duo pondera dentur quæcumque, quæ sint inter se ut 9. ad 10. & illud primæ lanci, hoc vero secundæ imponatur; æquiponderabunt.

93. *Plurima pondera ad varias distantias ab una parte, unico ponderi ad aliam partem, possunt æquiponderare*. Ad illud requiritur, ut productum hujus ponderis per suam distantiam a cen-


Fig. 5.
D


Fig. 7.
D
A
B

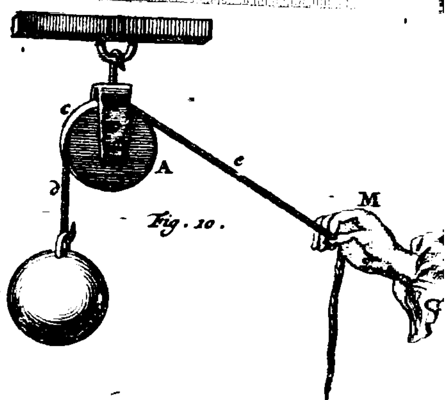
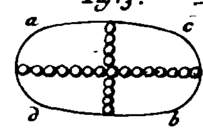
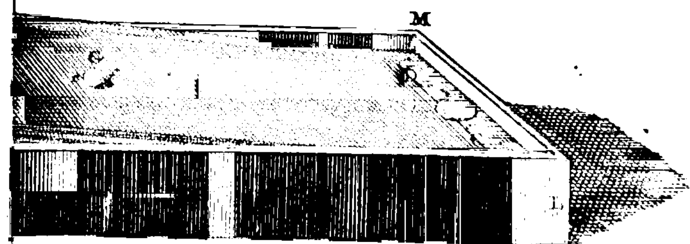

c
A
e
M
∂
Fig. 10.
P


Fig. 4.


Fig. 3.
a
c
∂
b


M

centro, æquale sit summæ productorum omnium aliorum ponderum, multiplicatorum quorumque per suam distantiam.

EXPERIMENTUM 6.

Pondera tria, unius unciæ unumquodque, ad secundam, tertiam, & quintam divisionem a centro, æquiponderant unico ponderi unius unciæ, decimæ divisioni alterius brachii applicato. Et pondus unius unciæ ad sextam divisionem, & alterum trium unciarum ad quartam divisionem, æquiponderant ponderi duarum unciarum ab alia parte, ad nonam divisionem. TAB. II. fig. 6.

Plurima pondera, numero inæquali, ab utraque parte, possunt æquiponderare. In eo casu, si unumquodque multiplicetur per suam distantiam a centro, summæ productorum ab utraque parte erunt æquales: & si summæ istæ sunt æquales, datur æquilibrium. 94.

EXPERIMENTUM 7.

Pondus duarum unciarum applicatur quintæ divisioni, alia duo, unumquodque unius unciæ, divisioni secundæ & septimæ; & ab alia parte duo pondera, unumquodque etiam unius unciæ divisionibus nonæ, & decimæ; & hæc duo cum illis tribus æquiponderant. TAB. II. fig. 7.

DEFINITIO 7.

Centrum gravitatis *vocatur punctum in corpore, circa quod omnes partes corporis, in quocumque situ positi, in æquilibrio sunt.* 95.

Quando duo aut plura corpora junguntur, sive sint contigua sive separata, commune centrum gravitatis habent. 96.

Quando centrum gravitatis sustinetur, corpus quietum manet. 97.

EXPERIMENTUM 8.

Corpus A sustinetur & quiescit, quia centrum illius gravitatis *c*, sustinetur a fulcro F. TAB. III. fig. 1.

Quando centrum gravitatis non sustinetur, corpus movetur donec sustineatur. 98.

EXPERIMENTUM 9.

Corpus A mensæ impositum cadet, & corpus B in situ in quo repræsentatur non manebit, quia centra gravitatis illorum non sustinentur. TAB. III. fig. 2.

Ex-

99. Ex hisce ratio redditur, quare corpora quædam planis inclinatis imposita, devolvantur, & alia simpliciter labantur.

EXPERIMENTUM 10.

TAB. III. fig. 4. Corpus A labitur, quia centrum gravitatis illius a plano inclinato sustinetur, id est, linea verticalis quæ transit per centrum illud *c*, secat planum inclinatum intra corpus. Corpus vero B devolvitur, quia verticalis linea quæ transit per centrum gravitatis, secat planum inclinatum extra corpus.

100. Ex prædictis etiam sequitur, corpus descendere quando gravitatis centrum descendit, id est, versus Terræ centrum movetur.

Aliquando in illo casu corpus adscendere videtur, & sæpe etiam revera adscendit; cum vero per gravitatem omnia corpora, id est, illorum gravitatis centra descendant, sequitur gravitate sua corpus adscendere videri, & revera adscendere posse.

EXPERIMENTUM 11.

TAB. III. fig. 6. Rota A, cujus axis formatur ex duobus conis quorum bases rotæ applicantur, si ponatur inter duo plana, quorum latera DG, FH, continuata formant Angulum FCD, basin apice magis elevatam habentem, ab inferiori parte HG, versus planorum partem maxime elevatam FD, movebitur.

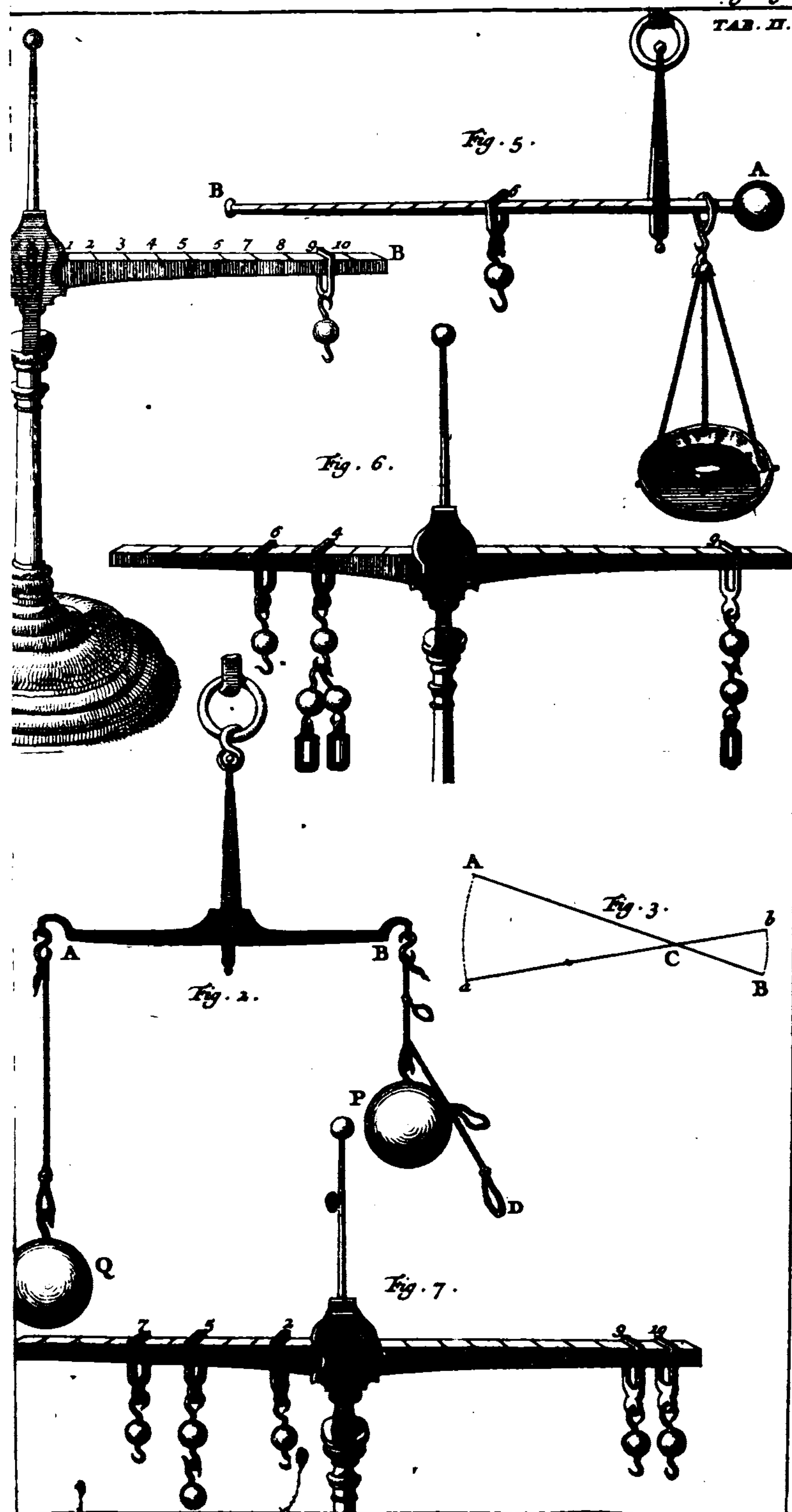
101. Propter majorem inter plana distantiam in FD, rota A, cujus axis ab utraque parte est conus, magis descendit inter plana, quando versus illam partem movetur, & sic gravitate sua huc fertur, modo descensus ille superet adscensum ex anguli FCD inclinatione ad horizontem.

EXPERIMENTUM 12.

TAB. III. fig. 5. Cylindrus ligneus A, intus a latere continet cylindrum plumbeum; centrum gravitatis commune illorum est in sectione ad basin parallela, cylindrum in duas partes æquales dividente, & in puncto, respondenti puncto basis *c*.

Cylindrus hic utcunque positus, movebitur donec centrum gravitatis memoratum, sit in infimo ad quem pervenire potest loco.

Si plano inclinato imponatur, in eo situ in quo hic delineatur; descendet centrum gravitatis, dum corpus juxta planum adscendit, posita justa plani inclinatione. As-


TAB. II.
Fig. 5.
B
A
B
Fig. 6.
A
Fig. 3.
b
C
a
B
A
B
Fig. 2.
P
D
Q
Fig. 7.

Ascensus corporis fit per corporis rotationem versus partem plani superiorem; sed dum sic rotatur cavendum est, ne juxta planum labatur, ad quod requiritur funis, quo pro parte cylindrus circumdatur, cujus extremitas una cylindro in *f* connectitur, extremitate altera in *d* plano affixa manente.

Ulterius ex iis, quæ de centro gravitatis dicta sunt, deducitur; Quod omne punctum in quocunque corpore aut machina, quod sustinet centrum gravitatis alicujus ponderis, totum pondus sustineat: ita ut tota vis, qua corpus terram versus tendit, in hoc centro coacta videatur. 101.

EXPERIMENTUM 13.

Si corpus A B, cujus centrum gravitatis brachio libræ imponitur, aliquo in situ æquiponderat cum pondere P, in omni alio situ, *a b*, *a b*, manente centro gravitatis C, æquiponderabit. TAB. III. fig. 7.

Ad perfectionem libræ requiritur 1. ut puncta suspensionis lancium aut ponderum sint exacte in eadem linea cum centro libræ; 2. ut ab utraque parte exacte ab isto centro æquidistent; 3. ut libræ brachia, quantum commodè fieri potest, sint longa; 4. ut in motu jugi & lancium, quantum fieri potest, parvus sit attritus; 5. demum ut centrum gravitatis jugi ponatur paululum infra centrum motus. 102.

CAPUT XI.

De Vecte.

DEFINITIO I.

VEctis à Mathematicis vocatur *linea recta inflexilis, ponderibus sustinendis aut elevandis accommodata, ponderis vel nullius vel saltem æquabilis.* 103. TAB. IV. fig. 1.

Inter Machinas, quæ simplices vocantur, primum locum occupat, est omnium simplicissima, & inservit quando pondera ad parvam altitudinem elevanda sunt.

Quatuor aliæ dantur Machinæ simplices, de quibus in tribus capitibus sequentibus. Circa Vectem tria considerari debent.

1. Pondus sustinendum aut elevandum P. 2. Potentia,

qua sustinetur aut elevatur, quæ hic per pondus M designatur, & vulgo est actio hominis. 3. Fulcrum, id est, illud quo Vectis sustinetur, aut super quo movetur aut potius rotatur, dum ipsum immobile manet F.

104. Vectes triplicis sunt generis.

TAB. IV. fig. 1. 1. Aliquando fulcrum inter pondus & potentiam ponitur.

TAB. IV. fig. 2. 2. Aliquando pondus inter fulcrum & potentiam.

TAB. IV. fig. 3. 3. Sæpe etiam ipsa potentia agit inter pondus & fulcrum.

In omnibus casibus regulæ eædem locum habent, quæ ex iis, quæ de libra dicta sunt *, sequuntur, & quæ analogiam inter libram & vectem ostendunt. Vectis primi generis est quasi statera Romana ad elevanda pondera accommodata.

* 88.

105. *Actio potentiæ, & ponderis resistentia, crescunt in ratione distantiæ à fulcro* *; ideoque *ut potentia valeat ad sustinendum pondus requiritur, ut distantia puncti in vecte, cui applicatur, sit ad ponderis distantiam, ut pondus ad potentiæ intensitatem* *, *quæ si paululum adaugeatur, pondus elevabitur.*

* 88. * 90.

EXPERIMENTUM 1. 2. & 3.

TAB. IV. fig. 1. 2. & 3. Hæc regula experimentis confirmatur erga memoratos tres vectes, ut patet ex fig. 1. 2. & 3. Tab. IV.; æquilibrium enim datur, quando pondera P, & pondera M, quæ potentias repræsentant, ut & distantiæ à fulcro F, proportionem habent, quam numeri in figuris appositi. Constructio machinarum, quibus illa experimenta fiunt, ex sola inspectione tabulæ satis patet, & nulla ulteriori explicatione indiget.

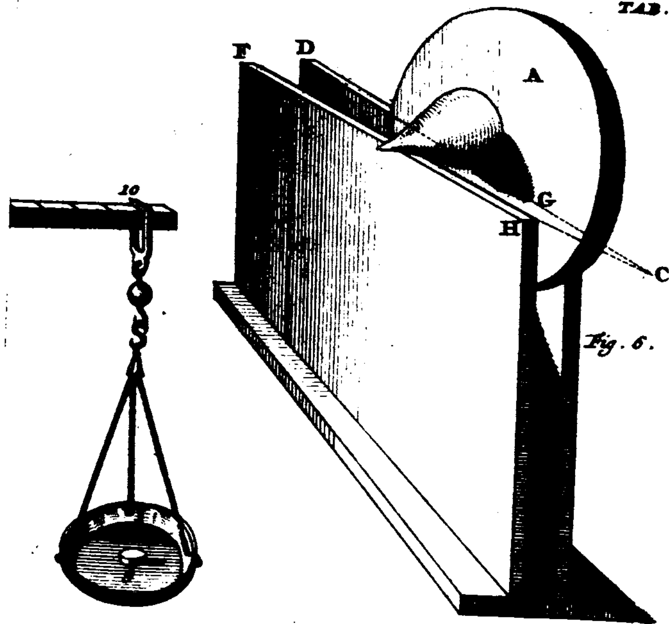
Vecte etiam sæpe utuntur artifices ad pondera vehenda, & hujus usus vectis varii dantur casus digni qui notentur, & quorum demonstratio ex dictis facile deducitur.

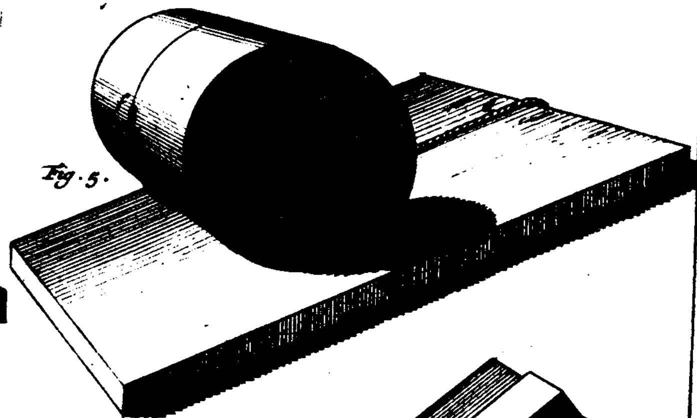
106. Circa omnes casus generaliter observandum, *intensitatem potentiæ, aut intensitates potentiarum junctas, quando plurimæ dantur, æquipollere debere gravitati ponderum vehendorum, aut sustinendorum.*

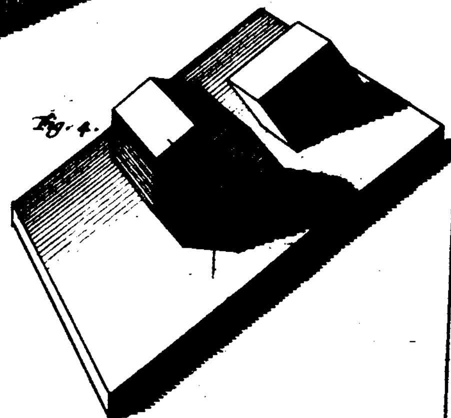
107. *Si duabus potentiis sustineri aut vehi debeat pondus, inter potentias collocandum erit, & distantiæ potentiarum ab atraque parte à pondere debent esse in ratione inversa potentiarum intensitatum.*

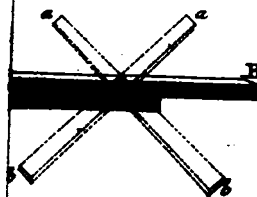
EXPERIMENTUM 4.

TAB. IV. fig. 4. Confirmatur hæc propositio Experimento in Fig. IV. delineato,


F
D
A
10
G
H
C
Fig. 6.


Fig. 5.


Fig. 4.


a
a
B
b

neato, quod ulteriori explicatione non indiget.

EXPERIMENTUM 5.

Quando una potentia duo pondera sustinenda sunt, potentiam inter pondera poni necesse est, & tunc quæ statim de duabus potentiis dicta sunt, ad pondera applicari debent. Vide fig. 1. Tab. 5. 108. TAB. V. fig. 1.

Plurima pondera sæpe una aut plurimis potentiis sustinentur aut vehuntur. Ad illud notandum, *quod omnia pondera, in quocunque situ posita, habeant commune centrum gravitatis*; quod centrum tale est, ut si ab utraque parte unumquodque pondus multiplicetur per suam distantiam ab isto puncto, summa productorum ab utraque parte erit eadem *. 109. * 95. 94.

Potentiæ etiam utcunque dispositæ commune habent gravitatis centrum; possunt enim per pondera repræsentari *, & hic intensitas uniuscujusque potentiæ per suam distantiam à centro multiplicari debet, & summæ productorum tunc erunt ab utraque parte æquales: *ut potentiæ ad pondera sustinenda valeant, requiritur potentiarum & ponderum idem esse gravitatis centrum.* * 76.

EXPERIMENTUM 6. & 7.

Ex dictis explicatio figurarum satis patet, in quibus C denotat centrum gravitatis & ponderum & potentiarum. TAB. V. fig. 2. & 3.

EXPERIMENTUM 8.

Prædicta etiam locum habent, si vectis ab utraque parte à potentiis trahatur; quod videmus in vecte, qui ab utraque parte horizontaliter trahitur, ut in Fig. 4., in quo æquilibrium non datur nisi in casu memoratarum regularum. 110. TAB. V. fig. 4

Ad elevanda pondera etiam uti possumus vecte composito. In eo casu loco potentiæ vectis alter applicatur priori, & huic etiam alter, & sic ulterius si libuerit, ultimo tandem potentia applicatur; & tunc *hujus ratio ad pondus, quando ponderi æquipollet, componitur ex rationibus potentiarum ad pondera in singulis vectibus, quando separatim adhibentur.* 111.

EXPERIMENTUM 9.

Tres vectes A, B, D, ita disponuntur, ut potentiâ M pondus P sustineatur. In vecte A, si solus adhiberetur, potentia esset ad pondus, ut 1. ad 5.; in vecte B, ut 1. ad 4.; & in vecte D, TAB. IV. fig. 5.

ut 1. ad 6. ratio ex istis tribus composita est 1. ad 120.; unica etiam uncia M sustinet pondus P centum & viginti unciarum. Nota, in motu hujus machinæ spatia à potentia & pondere eodem tempore percursa sunt ut 120. ad 1., id est in ratione prædicta inversa, quod requiritur ut detur æquilibrium *.

* 70.

CAPUT XII.

De Axe in Peritrochio & Rotis dentatis.

Vectis, ut in principio capitis præcedentis dictum, inservit ad elevanda pondera ad parvam altitudinem; quando altitudo major est, Axis in Peritrochio usu venit.

DEFINITIO

112. Axis in Peritrochio vocatur, *rota cum axe volubilis*.

TAB. V. fig. 5. Potentia in hac machina applicatur periferiæ rotæ, cujus motu funis, cui affixum est pondus, axi circumvolvitur, quo pondus elevatur.

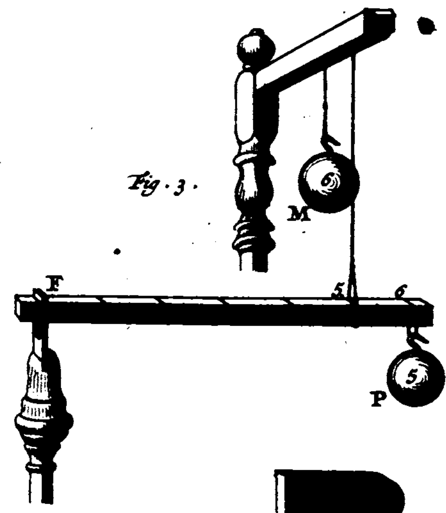
TAB. V. fig. 6. Sit *ab* rota, *de* axis, *p* pondus elevandum, *m* potentia; hujus actione moveatur rota, puncta *b* & *d* arcus similes eo motu describunt; arcus illi sunt viæ percursæ à potentia & pondere, & sunt inter se ut *cb* ad *cd*, id est ut rotæ diameter ad axis diametrum, ex quo sequens regula deducitur.

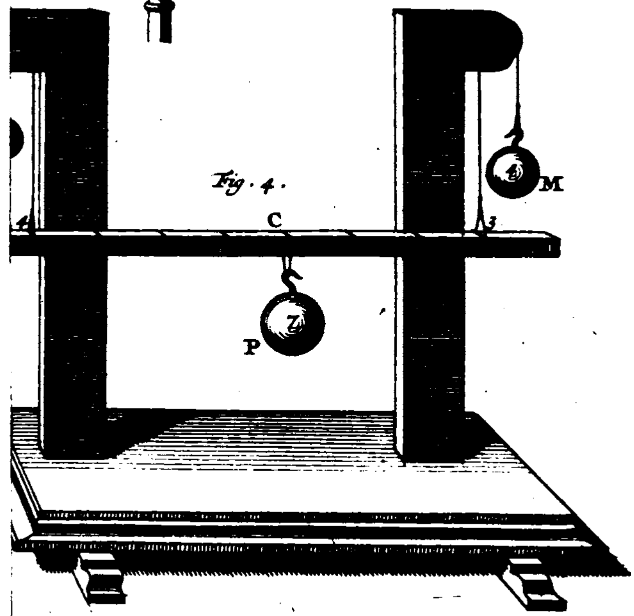
113. *Potentia eo plus valet, quo major est rota, & illius actio crescit in eadem ratione cum rotæ diametro. Pondus eo minus resistit, quo axis diameter minor est, & illius resistentia in eadem ratione cum axis diametro minuitur. Et semper ut detur æquilibrium inter potentiam & pondus, requiritur ut rotæ diameter, sit ad axis diametrum, in ratione inversa potentiæ ad pondus* *.

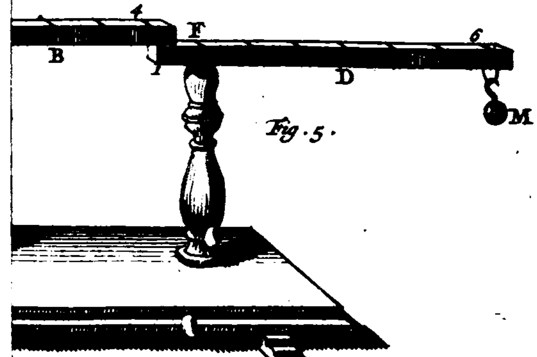
* 70. Notandum, axis diametro funis diametrum esse addendum.

EXPERIMENTUM I.

TAB. V. fig. 5. Hæc regula diversimode confirmatur ope Machinæ hic delineatæ, in qua dantur rotæ & axes variæ magnitudinis. Quando axis diameter est pars duodecima rotæ diametri, semilibra


Fig. 3.
M
F
5
6
P


Fig. 4.
M
C
P


4
F
6
B
D
Fig. 5.
M

bra sex libras sustinet, & sic de cæteris.

Potentia potest etiam scytalæ applicari, ut in D, & tunc distantia puncti, cui applicatur, à centro, pro rotæ semidiametro habenda est.

Eodem omnino cum hac Machina nituntur fundamento rotæ dentatæ; respectu axis in peritrochio sunt, quod vectis compositus respectu vectis simplicis. 114.

Si axis rotæ sit dentatus, valet ad movendam rotam, cujus periferia dentes habet, & hujus axis iterum tertiæ rotæ motum communicare potest, & sic ulterius. In eo casu TAB. V. fig. 7.

Ratio potentiæ ad pondus ut æquipolleat, est ratio composita ex ratione diametri axis ultimæ rotæ, ad diametrum primæ; & ratione circumvolutionum ultimæ rotæ, ad circumvolutiones primæ, eodem tempore.

Cujus regulæ demonstratio etiam ex comparatione viarum percursarum à pondere & potentia deducitur.

EXPERIMENTUM 2.

Rotæ AB potentia, quæ per pondus M repræsentatur, applicatur, pondus P axi rotæ FG; axis illius diameter est octava pars diametri rotæ AB, & hæc rota quinquies circumvolvitur, dum rota FG semel: ratio ergo potentiæ ad pondus componitur ex rationibus 1. ad 8., & 1. ad 5., est ergo ratio 1. ad 40.; semilibra sustinet in eo casu viginti libras. TAB. V. fig. 7.

CAPUT XIII.

De Trochlea.

MUltis in occasionibus axis in peritrochio ad elevanda pondera inservire nequit; trochleis in iis casibus utendum, & Machina quæ ex istis formatur est admodum compendiosa, & facillime de loco in locum transfertur.

Quid sit Trochlea, jam ante dictum *. * 82

Si pondus Trochleæ conjunctum sit, ita ut cum ea trahatur, utraque extremitas funis ductarii sustinet partem dimidiam ponderis. *Quando ergo extremitas una, unco alligata aut aliter fixa est, vis movens alteri extremitati applicata, quæ dimidium ponderis valet, ponderi æquipollet.* 115.

EXPERIMENTUM 1.

TAB. VI. fig. 1. Pondus P duarum librarum trochleæ conjungitur, ita tamen ut rotatio orbiculi eo non impediatur, unco funis *e f* alligatur, & altera funis extremitas *c d* circumit Trochleam fixam ad directionem mutandam *, & pondus M unius libræ
* 83. huic extremitati applicatum sustinet pondus P.

116. Plurimi orbiculi utcunque conjungi possunt, & pondus iis annecti; si tunc unum extremum funis fixum sit, & funis circumeat omnes orbiculos illos, & tot alios fixos quantum necesse est, parva potentia magnum pondus elevari potest; in eo casu *quo numerus orbiculorum ponderi conjunctorum ma-*
* 83. *jor est*, (fixis enim actio potentiæ non mutatur *) *eo minor potentia valet ad sustinendum pondus; & potentia, quæ est ad pondus, ut unitas ad duplum numeri orbiculorum, ponderi æquipollet.*

Ratio est, quod ille sit numerus funium, quibus pondus sustinetur, & unico funi potentia applicetur.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. VI. fig. 2. Pondus P sex librarum regulæ A B annectitur, in qua tres orbiculi libere rotantur. Unco extremitas una funis alligatur, & funis circumit tres illos orbiculos & totidem alios fixos; alteri extremo pondus unius libræ alligatur, & datur æquilibrium.

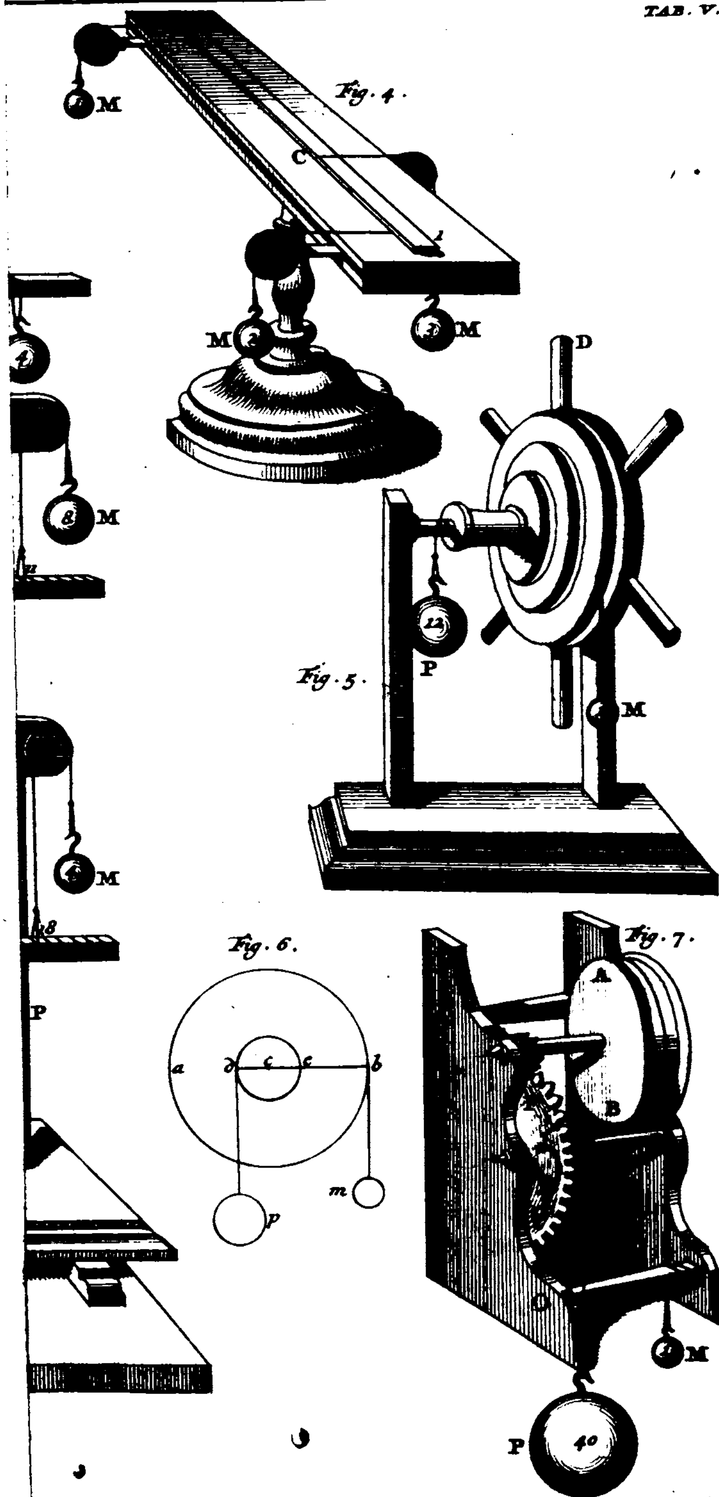
EXPERIMENTUM 3. & 4.

Non interest quomodocunque orbiculi conjungantur; ad elevanda pondera haud facile præcedens dispositio adhibetur; artifices ideo inæqualibus orbiculis utuntur dispositis ut in fig.
TAB. VI. fig. 3. 3.; magnitudo enim orbiculorum nihil immutat. Sæpe etiam, quæ dispositio est omnium maxime compendiosa, orbiculi
TAB. VI. fig. 4. circa eundem axem volubiles sunt, ut in fig. 4., & in hisce duobus casibus experimentum eodem modo procedit, ac in primo experimento.

TAB. VI. fig. 5. Quando extremitas funis ductarii, quæ in experimentis præcedentibus fixa est, annectitur ponderi aut orbiculis mobilibus, ratio potentiæ ad pondus non amplius est ut 1. ad duplum numeri orbiculorum ponderi affixorum; sed unitate augeri debet numerus hicce duplus, & sic ratio hic, ubi duo orbiculi ponderi annectuntur, est ut 1. ad 5. tot enim dantur funes, quibus pondus sustinetur.

Ex-

TAB. V.



EXPERIMENTUM 5.

Plurimi orbiculi separati & mobiles, habentes unusquisque suum funem peculiarem, si ita disponantur ut in Fig 1. multo magis actionem potentiæ augent. Actio enim duplicatur pro unoquoque orbiculo, ita ut pro duobus sit quadrupla, pro tribus octupla, & sic de cæteris. 117. TAB. VII. fig. 1.

Sæpius memorata regula, scilicet spatia percursa à potentia & pondere, quando æquipollent, esse inter se inverse, ut potentia ad pondus, in omnibus prædictis locum habet.

Hic semper funes paralleli ponuntur; quid funium obliquas discriminis adferat, in sequentibus videbimus.

CAPUT XIV.

De Cuneo & Cochlea.

Ex prædictis jam satis patet, quomodo ope parvæ potentiæ pondus magnum sustineri aut elevari possit; ad hosce usus non restringitur Ars Mechanica: actiones potentiarum in omni casu augeri possunt; exemplum pulcherrimum suppeditat *Cuneus*, instrumentum findendo ligno pluribusque aliis usibus inserviens.

DEFINITIO 1.

Cuneus *est prisma non admodum altum, cujus bases sunt triangula æquicrura*; ut A. 118. TAB. VII. fig. 6.

DEFINITIO 2.

Altitudo trianguli est cunei altitudo; ut *db*.

DEFINITIO 3.

Trianguli basis vocatur etiam cunei basis; ut *ce*.

DEFINITIO 4.

Acies cunei *est linea recta, quæ conjungit triangulorum vertices*; ut *bf*.

Ligno findendo acies cunei applicatur, potentia est ictus mallei, quo cuneus in lignum intruditur.

Quando totus cuneus intruditur; spatium ab illo ictu aut ictibus mallei percursum est illius altitudo, quod ideo pro

spa-

ſpatio à potentia percurſo haberi debet; ſpatium vero, per quod lignum ab utraque parte cedit, eſt ſemibaſis cunei. Unde ſequitur,

119. *Potentiam, ſe habere ad ligni reſiſtentiam*, quando æquipollet, *ut ſemibaſis cunei, ad illius altitudinem* *.
* 70.

Quæ hic de ligni reſiſtentia dicuntur, ad omnes alios cunei uſus referri debent.

120. Regulæ duæ ligneæ AA, AA, in ſitu parallelo & horizontali ſuſtinentur ſuſtentaculis BB, BB.
TAB. VI. fig. 7.

Ab interiori parte, regulæ Æneæ CC, CC, iis annectuntur.

Inter illas cylindri duo E, E, moventur, rotando ſuper axibus chalybæis & tenuibus, quibus ſuſtinentur, & qui ab utraque parte paululum proeminent. Cylindrorum baſes ipſos cylindros ſuperant & ab exteriori parte paululum ſunt convexæ, ne cum regulis CC, CC detur attritus. In medio utriuſque regulæ AA, dantur duæ trochleæ *d, d*, quæ ſeſe mutuo fere tangunt, & quarum pars ſuperior cum altitudine partis ſuperioris regulæ CC, congruit.

Funis, in cujus medio pondus P appenditur, trochleis *d* & *d* circumponitur, & unaquæque extremitas axi unius cylindri E annectitur, ope parvæ laminæ Æneæ, in qua datur foramen, per quod axis tranſit. Eodem plane modo alterum pondus P funi appenditur.

Ponderibus ergo P, P, ſi fuerint æqualia, motu horizontali & axibus manentibus parallelis, ad ſe mutuo feruntur cylindri E, E.

Detur cuneus conſtans ex duobus planis ligneis F, F, quæ angulum ad libitum formant ope cochleæ *gg*.

EXPERIMENTUM

Cylindri E, E, ſeparantur, iis interpoſito cuneo FF, qui pondere M deprimitur, & datur æquilibrium, quando pondus M, ſi ei addatur cunei pondus, ſe habet ad pondera P, P, ut ſemibaſis cunei ad illius altitudinem.

Vis, qua cylindri ad ſe mutuo feruntur & quæ ad illos ſeparandos ſuperari debet, ligni reſiſtentiæ locum occupat; vis, qua cuneus inter cylindros pellitur aut trahitur, id eſt, pondus

dus cunei cum pondere M, pro mallei ictu hic adhibetur, & sic regula præcedens ad Experimentum revocatur & eo confirmatur.

Magnam cum cuneo affinitatem habet *cochlea*. Ex duabus partibus constat.

DEFINITIO 5.

Prima, quæ vocatur cochlea interior, *est cylindrus ad formam helicis sulcatus*, ut AB. 121. TAB. VI. fig. 2.

Secunda, quæ vocatur cochlea exterior, & cujus figura differt pro vario usu Machinæ, *est solidum cylindrice excavatum, cujus superficies concava eodem modo sulcata est, ita ut hujus eminentiæ alterius cavitatibus congruant*, ut DE.

Hæ duæ partes in se mutuo moveri possunt, quod in usu hujus Machinæ requiritur. Inservit præcipuæ ad comprimenda corpora, quæ jungi & firmiter connecti debent; in hac enim Machina potentia minima ad pressionem quam arctissimam producendam valet. Potest etiam cochlea ad elevanda pondera adaptari. In unaquaque revolutione hujus Machinæ quieta una parte, altera protruditur ad distantiam æqualem intervallo duarum proximarum spiralium conversionum. Potentia ad cochleam movendam applicatur manubrio aut scytalæ, & tunc *potentia*, quæ resistentiæ superandæ æquipollet, *est ad resistentiam; ut* prædicta *distantia inter duas proximas spiralium conversiones, ad periferiam circuli, a puncto manubrii aut scytalæ, cui potentia applicatur, percursi*; via enim a puncto aut plano, quo resistentia superatur, percursa, illam ad viam potentiæ rationem habet.

Hic observandum est, quando potentia ponderi æquipollet in Machina quacunque, si potentia parte quantumvis parva adaugeatur, illam præpollere, Machina omnium partium attritu carente; quando vero attritus datur, a potentia etiam superari debet, & quantum ad illud requiritur superaddi debet, quod ratiocinio Mathematico determinari non potest. In Machina ultimo memorata attritus admodum est sensibilis, & etiam magni usus; nam eo Machina in situ suo servatur, & actione corporum quæ comprimuntur, aut gravitate ponde-

rum quæ elevantur, cessante actione potentiæ, motu contrario non agitatur & ad pristinum situm non redit.

CAPUT XV.

De Machinis compositis.

* 111. * 114. JAm vidimus, quomodo Machina ex plurimis vectibus *, aut plurimis rotis, * componi possit, & quomodo in istis machinis *potentia*, ut resistentiæ æquipolleat, *sit ad resistentiam, in ratione composita ex omnibus rationibus, quas in singulis machinis potentiæ ad resistentiam haberent, si separatim adhiberentur*; hæc eadem regula in omnibus aliis machinis compositis obtinet.

Non modo plurimæ machinæ ejusdem generis possunt jungi, ex machinis diversis variis modis machina componi potest; exemplo uno & altero id satis patebit.

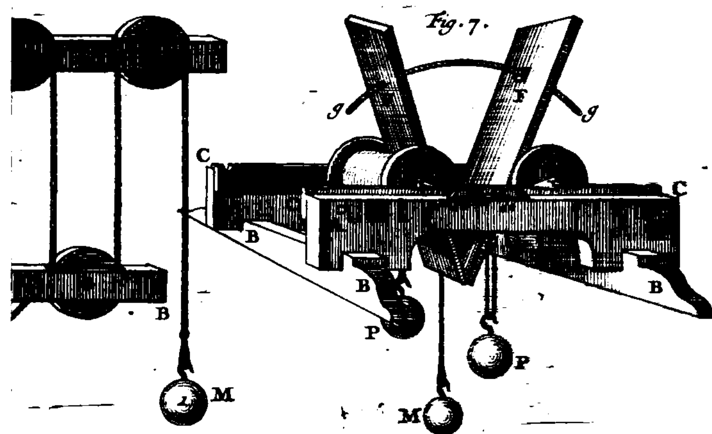
EXPERIMENTUM 1.

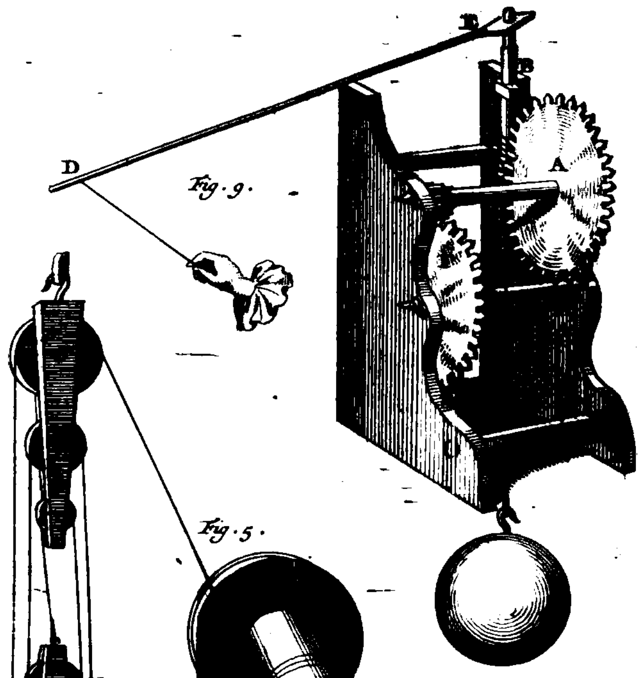
122. TAB. VI. fig. 5. Axi in peritrochio funis ductarius trochleæ jungitur, potentia rotæ applicatur, & hic ubi per trochleam quinquies vis augetur, & ubi diameter axis est pars tertia diametri rotæ, ratio potentiæ ad pondus componitur ex rationibus 1. ad 5. * 116. * 113. *, & 1. ad 3. *, est ergo ut 1. ad 15.; & ideo unica libra M sustinet pondus P quindecim librarum.

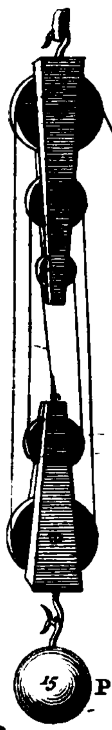
123. TAB. VI. fig. 9. Axis in peritrochio moveri potest per cochleam; rota dentata ad illud requiritur, & ut dentes sint inclinati, ut in rota A, quæ ope cochleæ BC movetur. Hoc in casu *cochlea perpetua* dicitur, & magnopere inservit ad potentiam minuendam; tot enim pro una rotæ revolutione cochleæ, id est, manubrii quo cochlea movetur, revolutiones requiruntur, quot dentes rota habet; si huic rotæ ulterior rota dentata addatur, potentiæ actio adhuc multo magis augetur.

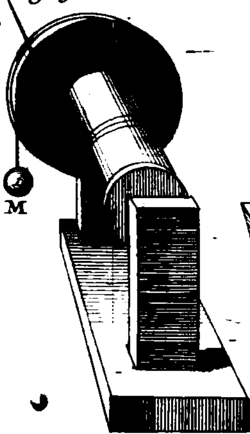
EXPERIMENTUM 2.

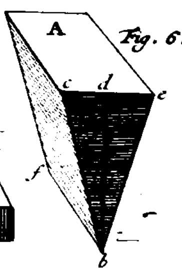
TAB. VI. fig. 9. Machina fig. 9. constat ex duabus rotis & cochlea perpetua, quæ manubrio DE movetur. Hic ratio potentiæ ad pondus quando æquipollet, componitur ex ratione semidiametri axis ultimæ rotæ F, ad manubrii longitudinem DE, & ratione


Fig. 7.
g
g
C
C
B
B
B
B
P
P
M
M


Fig. 9.
D
A


P


Fig. 5.
M


A
Fig. 6.
c
d
e
f
b

ratione revolutionum hujus rotæ, ad manubrii aut cochleæ revolutiones; prima ratio in hac Machina eſt 1. ad 30.; ſecunda ex numero dentium colligitur, rota ultima F habet in periferia dentes 35., axis primæ rotæ A continet dentes 7., quinquies ergo prima rota revolvitur, dum ſecunda ſemel; hæc vero prima continet dentes 36., totidem igitur revolutiones peragit cochlea, dum hæc rota ſemel revolvitur*: ratio ex * 123. hiſce duabus compoſita eſt, 1. ad 180., quæ eſt ſecunda ratio quæſita; & ratio ex hac & prima 1. ad 30. compoſita, eſt ratio 1. ad 5400., quæ eſſet ratio potentiæ ad pondus, ſi nullus daretur attritus, qui cum in omnibus hiſce machinis non ſit contemnendus, ſatis ſenſibiliter potentia, antequam pondus ſuperet, adaugeri debet; potentia tamen minima pondus maximum elevatur: longitudo ſcytalæ ED duplicari aut etiam ulterius augeri poteſt, quo actio potentiæ duplicatur, aut magis augetur; in eo caſu capillo tenuiſſimo homo fortis ſuperatur.

Innumeræ aliæ Machinæ compoſitæ conſtrui poſſunt, quarum vires eodem modo computatione determinantur per regulam initio hujus capitis memoratam, aut etiam per comparationem viæ percurſæ a potentia cum via a pondere, aut alio quocumque impedimento, percurſa; harum enim ratio eſt ratio inverſa potentiæ & ponderis aut impedimenti.

Vires, quæ contrarie agentes æquipollent, ſemper ſunt æquales; ſi ergo potentia intenſitate minor eſt impedimento, reſpectu viæ percurſæ illud ſuperare debet, & quidem toties quoties ab illo intenſitate ſuperatur; nullo enim alio reſpectu vires differre poſſunt, etiam nulla alia compenſatio dari poteſt.

CAPUT XVI.

De Naturæ legibus Newtonianis.

IN iis, quæ de Machinis dicta ſunt, actiones potentiarum & ponderum continuo in obſtacula agentium, & alias reſiſtentias conſideravimus; nunc corpora ſibi permiſſa & in motu continuantia aut libere cadentia examinanda veniunt, &

hic ut in omnibus Physicis ex Phænomenis ratiocinandum est, & ex iis naturæ leges deduci debent.

Tres a Newtono traduntur, quibus omnia quæ ad motum pertinent explicari posse credimus.

Lex I.

124. *Corpus omne perseverat in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.*

Videmus corpus sua natura esse iners & incapax sese movendi, unde nisi causa extranea moveatur, in quiete semper necessario manet.

Corpus etiam semel motum in motu secundum eandem rectam lineam eadem cum velocitate continuare quotidianis Experimentis plenissime constat; nullam enim unquam mutationem in motu fieri videmus nisi aliqua ex causa; quomodo vero, cum motus sit continua loci mutatio, mutatio secundi momenti ex mutatione primi momenti sequatur; & quænam sit causa continuationis motus, mihi omnino ignotum videtur; cum autem Phænomenon certum sit, pro naturæ lege habendum est.

Lex II.

125. *Mutatio motus est semper proportionalis vi motrici impressæ, & fit semper secundum rectam lineam, qua vis illa imprimitur.*

Quando corpori moto alia superadditur vis, ad illud movendum in eadem directione, motus celerior fit, & quidem pro ratione novæ impressionis *.

* 58. Quando nova impressio motui corporis contraria est, retardatio sequitur proportionem impressionis, ita ut vis dupla aut tripla, &c. producat retardationem duplam aut triplam.

Et in genere omnes vires producunt mutationes in motu secundum directiones suas & pro magnitudinibus suis; aliæ actiones virium contradictionem involvunt; illud clarius patebit per Experimenta, in sequentibus circa vires obliquas memoranda.

LEX III.

Actioni contraria semper & æqualis est reactio; sive corporum duorum actiones in se mutuo semper sunt æquales, & in partes contrarias diriguntur. 126.

Quomodocunque corpus in aliud agat, ipsum reactionem æqualem & contrariam pati semper videmus. Digito lapidem premo, premitur æqualiter digitus a lapide. Currum equus protrahit, a curru æqualiter retrotrahitur; lora enim æqualiter versus utramque partem distenduntur.

Corpus in aliud impingitur, quæcumque sit impressio, utrumque æqualem patitur; impressiones vero contrariæ sunt: illud plenissime confirmatur per Experimenta circa collisiones corporum.

Magnes ferrum ad se trahit, trahitur æqualiter a ferro.

EXPERIMENTUM.

Suspenditur magnes M, ita ut facillime moveri possit, & TAB. VII. fig. 1. ferro admoto ad certam distantiam, accedit magnes ad ferrum; & hoc retrahendo, antequam magnes ad hoc pervenerit, magnes ferrum sequitur; eodem omnino modo, ac ferrum ad magnetem accedit, & hunc sequitur, quando illud suspenditur, & magnes admovetur.

Sedet quis in cymba, cymbam aliam æqualem, & æqualiter onustam, fune trahit; ambæ cymbæ æqualiter moventur, & in medio distantiæ primæ concurrunt: si una cymba altera sit major, aut magis onusta, pro diversis quantitatibus materiæ in singulis celeritates erunt diversæ, quantitates vero motus æquales ab utraque parte, seposita aquæ resistentia.

Et hæc eadem lex generaliter in omnibus corporum actionibus in alia corpora locum habet.

CAPUT XVII.

De Acceleratione & Retardatione Gravium.

DEFINITIO 8.

Motus acceleratus, *est cujus celeritas omnibus momentis major fit.* 127.

DEFINITIO 2.

128. Motus retardatus, *est cujus celeritas omnibus momentis minuitur.*

Vis gravitatis in omnia corpora pro quantitate materiæ
* 79. continuo agit *; quando corpus libere cadit, impressio primi momenti in secundo momento non destruitur; ergo ei superadditur impressio secundi momenti, & sic de cæteris;
129. *motus* igitur *corporis libere cadentis est acceleratus*, & quidem *æquabiliter in temporibus æqualibus*; quia vis gravitatis
* 75. omnibus momentis eodem modo agit *, & ideo celeritatem æqualem, in momentis æqualibus, corpori communicat.
130. Unde illa *celeritas, inter cadendum acquisita, semper est ut tempus, in quo corpus cecidit.* Velocitas ex. gr. in certo tempore acquisita erit dupla, si tempus fuerit duplum; & tripla, si tempus triplum, &c.

TAB. VII, fig. 3. Designetur illud tempus per lineam AB, & initium temporis sit A. In triangulo A B E, lineæ 1f, 2g, 3h, quæ parallelæ ad basin, per puncta 1, 2, 3, ducuntur, sunt inter se ut illarum distantiæ ab A, A1, A2, A3; id est, ut tempora quæ per illas distantias designantur; & velocitates corporis libere cadentis post illa tempora denotant. Si pro lineis Mathematicis aliæ adhibeantur cum minima latitudine, unicuique æquali, non eo mutatur proportio; & hæ minimæ superficies æque prædictas velocitates denotant. In tempore minimo velocitas pro æquabili haberi potest, & ideo spatium in eo tem-
* 53. pore percursum velocitati proportionale est *. In unaquaque minima superficie memorata, si latitudo superficiei pro tempore habeatur, superficies ipsa spatium percursum designabit. Totum tempus AB constat ex talibus temporibus minimis; & area trianguli ABE formatur ex summa omnium superficierum minimarum hisce temporibus minimis respondentium: area ergo hæc spatium tempore AB percursum designat. Eodem modo area trianguli A1.f repræsentat spatium tempore A1. percursum; triangula hæc sunt similia, & areæ illorum sunt inter se ut quadrata laterum AB, A1., id
131. est, *spatia ab initio casus percursa sunt inter se, ut quadrata temporum per quæ corpus cecidit.*

Se-

Sequenti Machina ad Experimentum propositio hæc revocatur.

Libra AB, unica lance instructa, exacte est in æquilibrio; quando pondus lanci imponitur, gnomon ferreus sustinet brachium A, & situs horizontalis libræ servatur. 132. TAB. VIII fig. 4.

Gnomoni huic in *f* annectitur lamina elastica tenuis *fg*, quæ extensa ad *i* pertingit, ubi extremitas *g* retinetur ope laminæ minimæ *i*, quæ cum brachio A cohæret. Motus minimus liberæ eo fit sensibilis, lamina *fg* in eo casu libera manente, & ad figuram *fg* redeunte.

In extremitate brachii B datur foramen, per quod filum unco D suspensum liberrime transit; filum hocce in situ verticali retinetur appenso pondere N.

Pondus M est perforatum, & filum statim memoratum per illud immititur; in Experimentis pondus M juxta illud filum in altum tollitur, & cadendo semper in idem punctum brachii B impingit.

EXPERIMENTUM.

Lanci imponitur pondus P unius libræ; & corpus M, cadens ab altitudine trium pollicum, movet *libram*. Quando pondus P est duarum librarum, ab eodem corpore, cadente ab altitudine duodecim pollicum, *libra* movetur. Pondere vero P trium librarum lanci imposito, requiritur altitudo viginti septem pollicum ad *libram* movendam. Et in istis omnibus casibus, si altitudo, a qua corpus M cadit, paululum minuatur, lanx cum pondere imposito non movetur.

In hoc Experimento pondus, lanci impositum, & ictu corporis elevatum, proportionale est ictui; ictus proportionem sequitur quantitatis motus in corpore; quantitas illa, quia agitur de eodem corpore, proportionalis est celeritati*; & tandem celeritas illa hic proportionalis est tempori casus*: ergo & pondera prædicta eandem temporis proportionem sequuntur. Pondera hic sunt ut numeri naturales 1. 2. 3.; ergo & tempora: spatia vero illis temporibus cadendo percursa, sunt ut 3. 12. 27., aut ut 1. 4. 9.; qui numeri sunt quadrata prædictorum.

* 63.
* 130.

Di-

133. Diviso tempore AB in partes aquales, A 1, 1. 2, 2. 3.,
TAB. VII. fig. 5. 3. B; ducantur per divisiones lineæ ad basin parallelæ; *spatia percursa* in illis partibus temporis, id est, *in primo, secundo, tertio, &c. momento, positis momentis æqualibus*, sunt inter se ut areæ A 1*f*, 1*fg*2, 2*gh*3, 3*h*EB; quæ areæ, ut ex inspectione figuræ patet, *sunt inter se ut numeri impares* 1. 3. 7. 9.

Si corpus, postquam cecidit per tempus AB, non amplius acceleretur, sed celeritate BE, eo casu acquisita, uniformiter motum continuet, per tempus æquale BC, spatium eo motu percursum designatur per aream BEDC, duplam areæ trianguli ABE; & ideo

134. *Corpus ab altitudine quacunque libere cadens, ea cum celeritate, quam cadendo acquisivit, in tempore æquali tempori casus, motu æquabili, spatium duplum prædictæ altitudinis percurret.*

Quæ propositio in sequentibus etiam Experimento confir-
* 211. matur.*

Motus corporis in altum projecti eodem modo retardatur, quum corporis cadentis motus acceleratur, per legem
* 125. 2, *; in hoc casu vis gravitatis cum motu acquisito conspirat, in illo contrarie agit; cum vero vis gravitatis omnibus
135. momentis æqualis sit, *motus corporis projecti in altum, æqualibus temporibus, æqualiter minuitur, aut retardatur.*

Vis eadem gravitatis generat motum in corpore cadente, & destruit in corpore adscendente; æqualibus ergo tem-
136. poribus vires eædem generantur, & destruuntur. *Corpus in altum projectum* adscendit, donec totum motum amiserit; & sic *adscendit per tempus, in quo corpus cadendo potest acquirere velocitatem, æqualem velocitati cum qua in altum projicitur.*

TAB. VII. fig. 5. Projiciatur corpus cum velocitate acquisita cadendo per
* 136. lineam BC, adscendet per tempus æquale tempori casus *, & motu æquabili, in illo tempore, perveniret ad altitudinem
* 134. CA, ipsius BC duplam *; in illo vero eodem tempore, vi gravitatis, corpus percurrit spatium æquale spatio AB aut BC. Cum hæc duo hic simul locum habeant, & motus hi contrarie

rie agant, minor e majori subtrahi debet; est ergo corpus post finem adscensus in B. Unde sequitur, *corpus in al-* 137.
tum projectum adscendere ad eandem altitudinem, a qua cadendo potest acquirere velocitatem, cum qua projicitur. Et 138.
ita, *altitudines, ad quas corpora cum diversis velocitatibus projecta possunt adscendere, sunt inter se ut quadrata illarum velocitatum* *. *131.130.

CAPUT XVIII.

De descensu Gravium super plano inclinato.

DEFINITIO 1.

PLanum inclinatum *vocatur, quod cum horizonte efficit angulum obliquum.* 139

CB repræsentat lineam horizonti parallelam, AB cum illa efficit angulum obliquum ABC, & repræsentat planum inclinatum; ab extremitate superiori A plani ad horizontem dimittitur perpendicularis linea AC. TAB. VII. fig. 6.

DEFINITIO 2.

Longitudo AB, *vocatur* longitudo plani. 140.

DEFINITIO 3.

Linea AC, *vocatur* altitudo plani. 141.

Descendant vi gravitatis a puncto A corpora duo æqualia, unum per lineam AB, alterum per lineam AC; quando pervenerunt ad puncta B & C, æqualiter descenderunt, id est, æqualiter accesserunt ad terræ centrum: vires ergo quibus pelluntur, cum dirigantur versus terræ centrum, sunt æquales; intensitates autem virium æqualium sunt reciprocæ, ut spatia percursa *; & ita hic intensitas vis, qua corpus pellitur per planum inclinatum, est ad intensitatem illius, qua directe versus terræ centrum pellitur, ut AC ad AB. * 70.
Corpus igitur *plano inclinato impositum amittit partem gravitatis; & pondus ad hoc sustinendum est ad pondus corporis, ut plani altitudo ad illius longitudinem.* 142.

Planum NOQL in situ ponitur horizontali; planum ABIH 143.
circa cardines volvitur, & ad quamcunque inclinationem con- TAB. VII. fig. 7.

stituitur, ope cochleæ V & quadrantis circuli *t*.

Regula lignea EF extremitati uni trochleam connexam habet G; circa alteram revolvitur; caputque D, in quo movetur, ubique in scissura *r s*, cum plano NOQL connectitur, per cochleam infra planum.

M est cylindrus ligneus, cujus axis est chalybeus, & cujus bases cylindrum paululum excedunt; ita ut in revolutione super plano ABIH bases solæ planum tangant.

Sustinetur cylindrus filo transeunte super trochlea G; quod filum annectitur regulæ tenui æneæ, ita inflexæ, ut per ejus extremitates axis cylindri transeat, & rotetur.

In Experimentis ita disponitur trochlea, inclinando regulam EF, & movendo caput D per scissuram *r s*; ut filum, quo cylindrus sustinetur, fit parallelum plano inclinato ABIH.

EXPERIMENTUM I.

Inclinetur utcumque planum ABIH, pondus corporis M eam habet rationem ad pondus P, quam longitudo plani AB ad illius altitudinem AC; & pondere P corpus M sustinetur super plano inclinato, ubicunque ponatur.

Vis, qua corpus ad descendendum super plano inclinato pellitur, cum ex gravitate oriatur, ejusdem est naturæ cum gravitate; & ideo illa vis, omnibus momentis, & in omni-
* 75. bus plani partibus, æqualis est *: eadem de causa *motus cor-*
144. *poris, super plano libere devolventis*, ejusdem est naturæ cum motu corporis libere cadentis; & quæ de hoc dicta sunt, de illo etiam affirmari possunt. *Est* igitur *motus æqua-*
* 129. *biliter acceleratus in temporibus æqualibus*; * & ita propo-
145. sitiones num. 130. 131. 133. 134. 135. 136. 137. & 138. si pro descensu, & adscensu directo, motus super plano inclinato ponatur, hic etiam locum habent.

146. Vires, *quibus corpora duo descendunt, quorum unum libere cadit, & alterum super plano inclinato devolvitur, si eodem tempore cadere incipiant*, sunt semper in eadem ratione quam
*129. 144. in principio casus *; effectus ergo illarum virium, id est, *spatia eodem tempore percursa, sunt in* eadem *ratione*; *scil.*
* 142. *longitudinis plani ad illius altitudinem* *.

TAB. VII. fig. 8. In plano AB spatium a corpore percursum, dum aliud libere

bere cadit per altitudinem plani A C, determinatur, ducendo ad AB perpendicularem CG: tunc enim longitudo plani A B est ad illius altitudinem AC, ut A C ad AG. Si circulus describatur diametro AC, punctum G erit in peripheria circuli; quia angulus in semicirculo, ut AGC, semper est rectus; & ideo punctum ut G, pro plano utcunque inclinato, semper est in eadem illa peripheria: unde sequitur, chordas omnes, ut AG, percurri a corporibus super illis devolventibus, in tempore in quo corpus, libere cadendo, potest percurrere diametrum AC; & ita tempora devolutionum per illas chordas sunt æqualia. Per punctum C nulla potest duci chorda ut H C, quin detur per A chorda ut A G ei parallela, id est, æqualiter inclinata, & æqualis; igitur *in semi-* 147.
circulo ut AHC, *sive corpus libere cadat per diametrum* AC, *sive descendat per chordam* HC *quamcunque, eodem tempore, ad punctum infimum semicirculi perveniet.*

Tempus devolutionis per totum planum AB potest conferri cum tempore descensus per altitudinem AC; nam hocce tempus est æquale tempori devolutionis per AG; & sic quadrata illorum temporum sunt inter se ut A B ad A G *: *145. 131.
sed A B est ad AC, ut AC ad AG: quadrata igitur linearum AB & AC sunt inter se, ut AB ad AG; & ideo istæ *lineæ* 148.
AB & AC *sunt inter se, ut tempora descensus per* AB, & AG, *aut* AC, *id est, tempora, in eo casu, sunt ut spatia percursa.*

In eodem casu velocitates in fine descensus sunt æquales; nam 149.
post tempora æqualia, quando corpora sunt in G & C, velocitates sunt in eadem ratione quam in principio casus*; id est, ut vires, *129. 144.
quibus corpora pelluntur, vel ut A C ad AB *. Quando corpus * 142.
descendit a G ad B, crescit velocitas ut tempus; & velocitas in G est ad velocitatem in B, ut A C ad AB *: veloci- * 148.
tates ergo in B & C eandem rationem habent ad velocitatem in G, & sunt æquales. Ex hisce deducimus *corpus* 150.
eandem acquirere velocitatem, cadendo a certa altitudine, sive directe cadat, sive per planum inclinatum devolvatur; &, cum angulus inclinationis nullam adferat mutationem, *potest corpus devolvi per plurima plana varie inclinata,*

& etiam per curvam, (quæ ut ex innumeris planis diverse inclinatis concinnata considerari potest) *& celeritas semper erit eadem, quando altitudo est æqualis.*

EXPERIMENTUM 2.

In hoc Experimento notandum, corpus filo suspensum, & cadendo curvam describens, eodem modo cadere ac si eandem curvam, in plano excavatam, sine attritu percurreret.

TAB. VII. fig. 9. Corpus P filo suspensum cadat ab altitudine AC, per curvam BC, & per curvam DC, & per curvam EFGC, ex portionibus variorum circulorum formatam, & in omni casu, eadem cum vi, in corpus Q quietum impingit; illudque semper ad eandem altitudinem propellit.

151. *Corpus ea cum celeritate, quam cadendo per superficiem quancunque, sive planam, sive curvam, acquisivit, per aliam superficiem similem ad eandem altitudinem, eodem tempore, adscendere potest.*

152. *Corpus ea cum celeritate, quam cadendo a certa altitudine acquisivit, ad eandem altitudinem per curvam quamcunque adscendere potest.*

EXPERIMENTUM 3.

TAB. VIII. fig. 1. Corpus P filo suspensum cadat ab altitudine AC, per curvam quamcunque BC; celeritate eo acquisita adscendet ad ad eandem altitudinem versùs aliam partem, per curvas CD, aut CE, aut CHGF.

CAPUT XIX.

De Oscillatione pendulorum.

DEFINITIO.

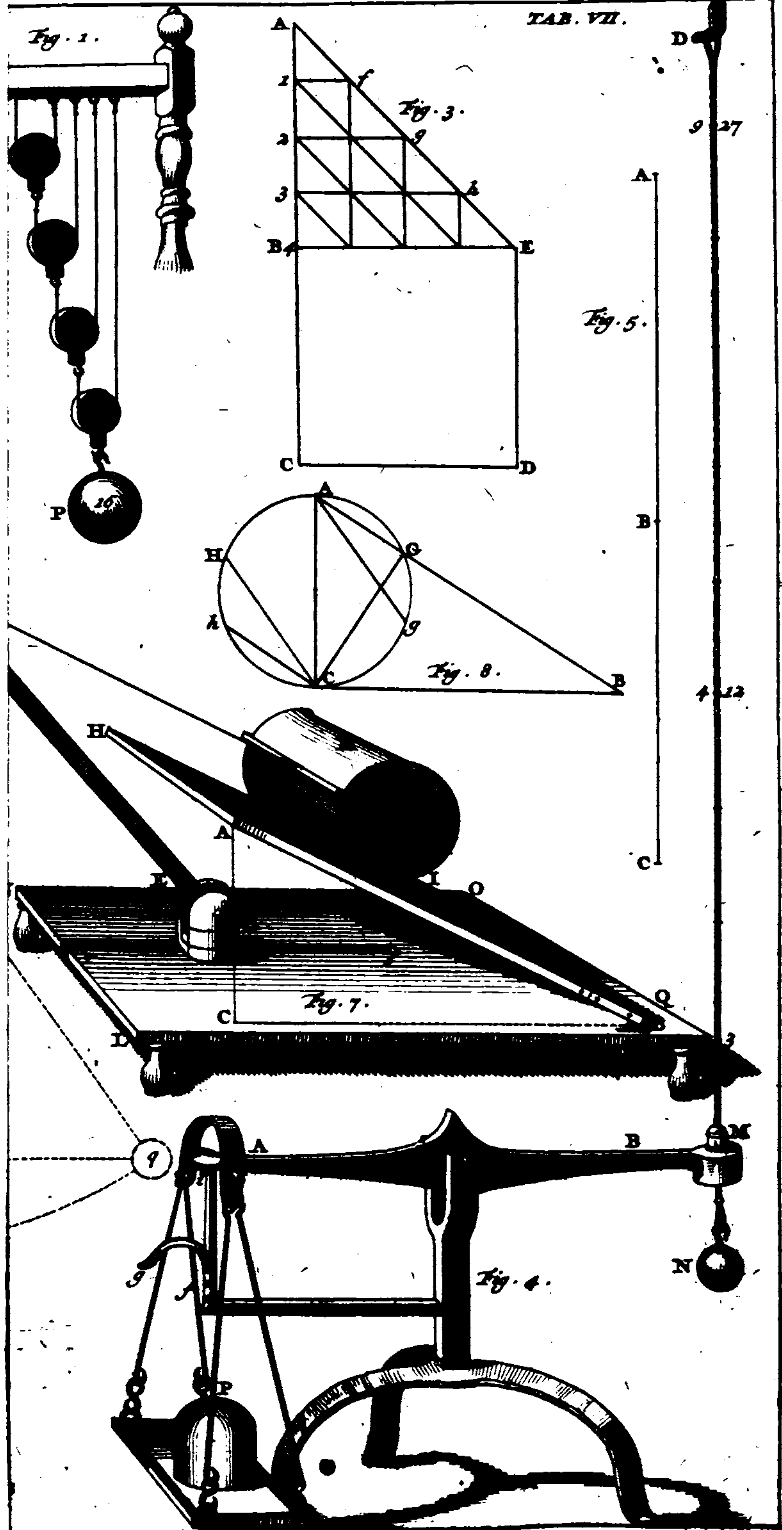
153. *GRave, filo tenuissimo suspensum, & cum filo, circa fili punctum fixum, mobile, vocatur* Pendulum.

Motus penduli est vibratorius, seu oscillatorius.

Quando pondus, filo extenso, ab una parte elevatur, gravitate descendit, & celeritate acquisita ad eandem altitudinem versùs aliam partem adscendit *; gravitate deinde itrerum redit, & sic vibrationes continuat.

* 151.

Ro-


TAB. VII.
Fig. 1.
P
10
A
1
f
Fig. 3.
2
g
3
h
B
4
E
C
D
A
B
C
Fig. 5.
D
9
27
4
12
A
H
G
h
g
Fig. 8.
C
B
H
A
E
I
O
Fig. 7.
C
Q
D
A
B
M
9
g
f
Fig. 4.
N
P

Rotationem circa punctum suspensionis liberrimam hic ponimus, & nullam dari aëris resistentiam; quæ in majoribus pendulis admodum est exigua.

In motu suo corpus P describit portionem circuli PBF; *si* loco illius motus *corpus* descenderet per chordam PB, & iterum adscenderet per chordam BF; & sic *vibrationes suas per chordas perageret*; descensus fieret in tempore, in quo corpus cadendo potest percurrere diametrum AB *; id est, longitudinem duplam longitudinis penduli: in tempore æquali, adscendit per chordam BF *; *in tempore* ergo *integræ vibrationis*, *corpus cadendo posset percurrere* quatuor diametros *; id est, *longitudinem octuplam longitudinis penduli.* Cumque descensus & adscensus per omnes chordas fiat in tempore æquali, omnes vibrationes per chordas, sive magnas, sive exiguas, sunt æquè diuturnæ. In vibrationibus exiguis, arcus circuli a chordis sensibiliter non differunt; & *ejusdem penduli vibrationes exiguæ, licèt inæquales, ad sensum sunt æquè diuturnæ.*

TAB. VIII. fig. 1. 154. * 147. * 151. * 131. 155.

EXPERIMENTUM I.

Pendula duo CP & *cp* æqualia, si a punctis P & *p* eodem temporis momento dimittantur, eodem tempore pervenient in B & *b*, & deinde in F & *f*; & sic motum continuabunt per arcus PBF & *pbf*, semper in eodem tempore.

TAB. VIII. fig. 4.

Hic notandum, licèt propositio n. 155. vera sit pro omnibus pendulis, demonstrationem datam nisi in brevioribus pendulis locum non habere; in longioribus tempus descensus per chordam, a tempore per ejusdem chordæ arcum, satis sensibiliter differt: sed in arcubus exiguis differentiæ sunt æquales, respectu chordarum diversæ longitudinis.

Rotetur circulus FB super linea AD, donec punctum B in A ad lineam hanc perveniat; hoc motu punctum B describit curvæ portionem BPA: eodem modo similis curvæ portio BD describitur, totaque curva ABD vocatur *Cycloïs*. Dividatur in duas partes æquales in B, portionesque BA & BD disponantur, ut puncta A & D jungantur in C; punctum vero B cum punctis A & D lineæ AD coïncidat. Juxta harum portionum curva-

TAB. VIII. fig. 5.

F 3 tu-

turam laminæ metallicæ inflectantur, ita ut filum penduli in C suspensi, motu suo vibratorio, ab utraque parte sese laminis istis applicet, & eandem curvaturam cum istis adipiscatur. Nunc posita longitudine penduli CB, corpus P in vibrationibus suis describet cycloïn ABD.

156. Hujus curvæ hæc est proprietas, quod in quocunque puncto corpus P ponatur, vis, cum qua pondere suo juxta curvam fertur, sit proportionalis portioni curvæ inter hocce punctum & curvæ punctum infimum B. Unde sequitur, si duo pendula ut CP ab altitudinibus diversis, eodem momento, dimittantur, celeritates, quibus cadere incipiunt, esse inter se, ut spatia percurrenda, antequam ad B perveniant: si ergo istis viribus solis, motu non accelerato, agitentur, eodem temporis momento ad B pervenirent *; eodem
*53. modo viribus secundo momento acquisitis, etiam ad B eodem momento pertingunt; idemque ratiocinium pro momentis sequentibus procedit; & semi-vibrationes ex omnibus viribus junctis utcunque inæquales, ut & vibrationes integræ, iisdem temporibus peraguntur.

157. Demonstratur ulterius a Geometris, *tempus uniuscujusque vibrationis esse ad tempus casus verticalis, per semi-longitudinem penduli, ut peripheria circuli, ad diametrum.* In hac curva pars infima cum circuli arcu exiguo ad sensum coïncidit; & hæc est vera ratio, quare in circulo tempora vibrationum exiguarum, utcunque inæqualium, sint æqualia; ideo etiam duratio illarum vibrationum habet ad tempus casus verticalis rationem statim memoratam.

158. Durationes *vibrationum pendulorum inæqualium* possunt inter se comparari. Quando arcus sunt similes, deviationes respectu chordarum sunt etiam similes, & tempora vibrationum per arcus sunt ut tempora vibrationum per chordas; hæc vero ut tempora descensus per longitudines octuplas longi-
*154. tudinum pendulorum *, & sic *quadrata durationum sunt* ut
*131. istæ longitudines octuplæ *, sive *ut ipsæ longitudines pendulorum.*

EXPERIMENTUM 2.

TAB. VIII. fig. 5. Duo pendula CP, *cp*, quorum longitudines sunt ut 4. ad

1.,

1., eodem tempore dimittuntur a punctis P & *p*, ita ut vibrationibus arcus similes describant; pendulum majus semel vibratur, dum minus duas peragit vibrationes; & ita quadrata durationum vibrationum sunt ut 4. ad 1., nempe ut longitudines pendulorum.

Quando vibrationes sunt exiguæ, hæc ratio etiam locum habet, licèt pendula non vibrentur per arcus similes *. * 155.

Velocitates pendulorum in puncto infimo, in vibrationibus inæqualibus, sunt inter se, ut subtensæ arcuum, quos corpus descendendo describit. Sic velocitas corporis P, cadentis per arcum P B, est ad ejus velocitatem quando cadit per D B, ut chorda P B ad chordam DB: nam ducendo lineas horizonti parallelas P*f*, D*d* in circulo, quadrata prædictarum chordarum sunt inter se ut lineæ *f B*, *d* B. Quadrata prædictarum velocitatum sunt etiam ut istæ lineæ *f* B, *d* B; ergo velocitates ut chordæ. 159. TAB. VIII. fig. 1. *150. 131. 130.

Circa omnia, quæ hucusque de pendulis dicta sunt, observandum; quod non intersit cujuscunque magnitudinis sit pondus in pendulo, aut an pondera in duobus pendulis sint diversæ magnitudinis, aut diversæ materiæ: Cum vis gravitatis proportionalis sit quantitati materiæ in omnibus corporibus, omnia corpora, in iisdem circumstantiis, gravitate æque celeriter moventur. Quod etiam sequenti Experimento confirmatur. 160.

EXPERIMENTUM 3.

Dentur duo globi æquales, aut inæquales, unus ex plumbo, alter ex ebore; filis suspendantur, ut forment pendula æqualia; vibrationes æquales, atque parvæ utcunque inæquales, sunt æquè diuturnæ.

Sæpe loco fili virga ferrea tenuis sed rigida adhibetur, & aliquando etiam pondera duo aut plura ei annectuntur, & vocatur *pendulum compositum*; in eo casu regulæ memoratæ locum non habent; sed ista pendula ad simplicia revocantur, determinando in iis punctum, in quo si pondera forent juncta, vibrationes essent æquè diuturnæ cum vibrationibus penduli compositi. Hocce punctum vocatur *centrum oscillationis*. 161.

Cen-

162. *Centrum percussionis* in pendulo composito est punctum, in quo vis tota penduli quasi coacta est; ita ut si hoc punctum in obicem impingat, ictus major sit quam si punctum aliud quodcunque in illum impingeret.

In vacuo, aut medio non resistente, hæc duo centra coïncidunt; quod & in aëre ad sensum verum est propter parvam ejus resistentiam.

Corpus cujuscunque figuræ potest suspendi, & circa punctum, aut potius axem, vibrari; in eo etiam potest determinari centrum oscillationis.

163. *Quando linea recta, qualis est filum ferreum, circa extremitatem alteram vibratur, centrum oscillationis distat a puncto suspensionis duabus partibus tertiis longitudinis fili.*

EXPERIMENTUM 4.

TAB. VIII. fig. 6. Lamina ferrea A B ita suspenditur, ut circa extremitatem A vibretur; pendulum simplex C P, cujus longitudo est duarum partium tertiarum A B, eodem tempore cum ista lamina dimittitur; & vibrationes penduli, & laminæ, eodem tempore peraguntur.

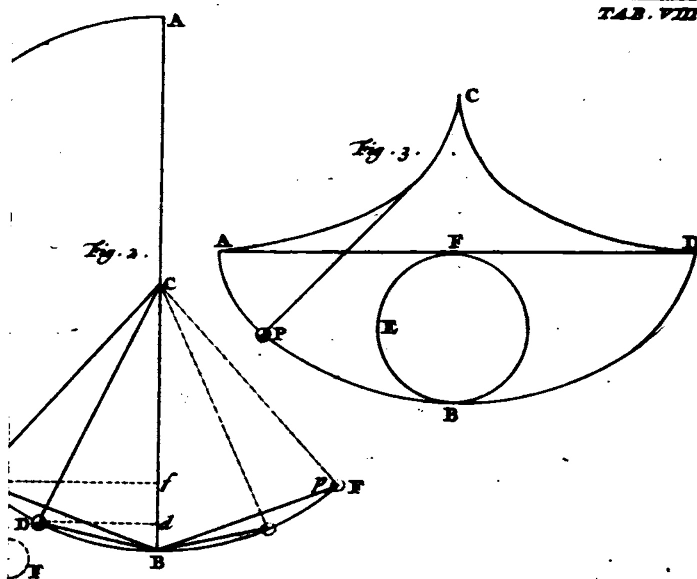
Vibrationes pendulorum, ut diximus, licèt inæquales, sunt
*155. æquè diuturnæ *, & hæc pendulorum proprietas maximi usus est in horologiis, quibus motus æquabilis, pendulo adjuncto, communicatur.

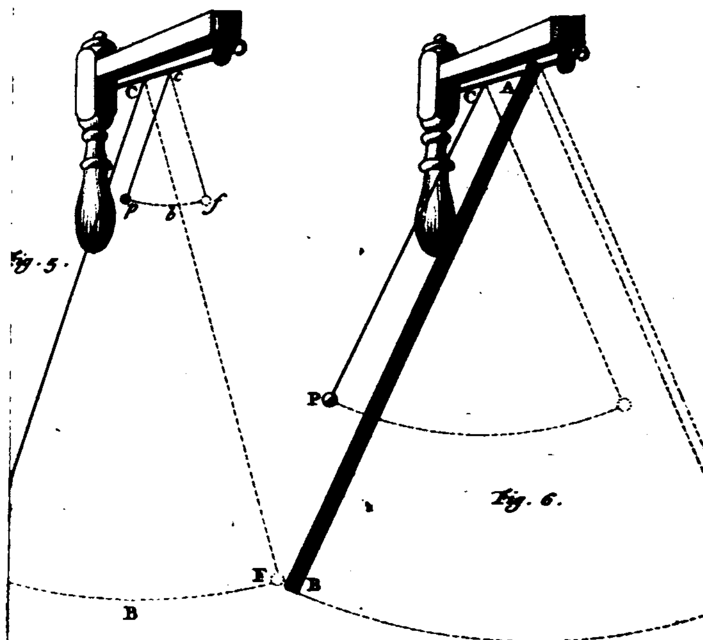
Per horologia in diversis locis translata, vim gravitatis non ubique terrarum æqualem esse enotuit; ex eo quod vibrationes ejusdem penduli, in diversis regionibus, respectu temporis, inæquales repertæ sunt, & illa gravitatis diversitas per pendula mensuratur.

164. *Dentur duo pendula, quorum longitudines sint inter se, ut vires gravitatis quibus agitantur*; si arcus similes excurrant, in punctis respondentibus vires eandem semper habebunt rationem inter se, & quidem rationem spatiorum percurrendorum, (quia arcus similes sunt ut pendulorum lon-
*53. gitudines) quæ ergo æqualibus temporibus percurrentur *, id est, *vibrationes erunt æquè diuturnæ*.

Si ad eandem longitudinem reducantur mutato uno pendu-

TAB. VIII.





dulo, quadratum temporis vibrationis penduli mutati, est ad quadratum temporis vibrationis ante mutationem; (id est quadratum temporis vibrationis penduli non mutati) ut longitudo penduli post mutationem, ad illius longitudinem primam *: quæ longitudines sunt inter se, ut vis gravitatis in pendulo non mutato, ad vim gravitatis in pendulo mutato. Et itaque quadrata temporum vibrationum *in pendulis æqualibus* sunt inter se, inverse ut *vires gravitatis quibus pendula agitantur*: quæ ergo *sunt inter se*, directe *ut quadrata vibrationum eodem tempore peractarum*. * 158. 165.

Unde vero diversitas hæc gravitatis oriatur, in sequentibus, ubi de terræ figura agam, videbimus.

CAPUT XX.

De Percussione, & Communicatione motus.

OMne corpus quietum, & nullo obstaculo detentum, ab omni alio corpore moto propelli potest; & semel motum in motu continuabit, donec causa extranea impediatur *; causa illa sæpe est alterius in hocce corpus, aut hujus in illud, aut tandem amborum in se mutuo, ictus. * 124.

Leges, quæ in tali percussione locum habent, hic sunt explicandæ.

Omnia corpora, de quibus hic agitur, ponuntur sphærica; quia leges motus, in casu maxime simplici, examinari debent.

DEFINITIO I.

Corpus directe in aliud impingi *dicitur*, *aut* duo corpora directe in se mutuo impingi, *quando directio motus, aut motuum, si ambo moventur, transit per centra amborum corporum*. 166.

DEFINITIO 2.

In omni alio casu ictus *dicitur* obliquus.

Quando corpora elastica in se mutuo impingunt, partes ictæ introcedunt, & restitutione partium corpora sese mutuo 167.

tuo repellunt, & a se invicem separantur.

168. *In corporibus mollibus, aut perfecte duris*, nulla talis datur actio; & ideo, *in impactu directo post ictum non separantur*; quia *post occursum æque ac ante corpora in eadem linea moventur*; nihil enim datur quod directionem mutare possit.

169.

Hoc capite agam de percussione corporum non elasticorum; & hic, ut & in toto capite sequenti, de percussione directa loquar; dictaque confirmabuntur Experimentis peragendis ope Machinæ sequentis.

170. TAB. IX. A B C est tabula lignea, fere triangularis, & verticalis, altitudinis circiter quatuor pedum cum semisse, & latitudinis, circa basin trianguli, trium pedum.

In superiori parte datur ad horizontem parallela scissura *ft*, per quam duo clavi quadrati, aliquando plures, moventur; qui ubique per cochleas, a posteriori tabulæ parte, immobiles redduntur; ut ex figura clavorum in V patet.

Super unoquoque clavo movetur tubulus quadratus X, potestque per totam clavi longitudinem firmiter cum eo connecti, per cochleam *e* in superiori parte. In inferiori tubulis his unci minimi junguntur; quos fila tenuissima (aut potius chordæ citharæ) trajiciunt, quæ globos veluti P & Q sustinent. Fila illa annectuntur paxillis *l*, *l*; quos torquendo elevantur, aut deprimuntur globi.

Clavus, quo globus quicunque sustinetur, in eo loco scissuræ *ft* sistitur, ut illius centrum a linea A D, quæ tabulam in duas partes æquales verticaliter dividit, exactissime distet semidiametrum globi; illudque pro omnibus globis fit, per notas in tabulæ superficie.

Tubulus cum unco, quo globus suspenditur, in ea parte clavi firmatur, ut filum a tabulæ superficie paululum magis distet quam semidiametrum globi; & dantur in clavis divisiones, quibus, pro magnitudine globi, situs tubuli determinatur.

Quando duo globi adhibentur, linea A D illos separat; & in illo casu, ut & quando plures adhibentur, si diversæ fuerint magnitudinis, globus maximus minoris distantiam a tabu-

tabula determinat, & tubuli respondentibus clavorum divisionibus admoventur, ut globorum omnium centra æque distent a tabula. Centra illa per paxillos *l* ad eandem altitudinem reducuntur; quod in omnibus Experimentis observandum.

Regulæ duæ æneæ EG, EG, ad horizontem parallelæ disponuntur; superficies tabulæ ad illas recipiendas paululum excavatur, ut illarum superficies cum tabulæ superficie congruat. A posteriori utriusque regulæ parte datur in tabula scissura, longitudinis circiter quinque pollicum, per quam transit cochlea regulæ cohærens, & cujus ope regula retinetur, & transfertur per longitudinem scissuræ. In Experimentis extremitatis G, utriusque regulæ, a linea AD, distantia est semidiametri globi, ad eandem partem hujus lineæ suspensi.

Divisiones illarum regularum tales sunt, ut denotent angulos æquales, a filis, quibus globi suspenduntur, percursos.

Ad angulos illos in Experimentis mensurandos, dantur indices quatuor, duo majores M, M, & duo minores N, N.

Moventur indices isti per scissuras *or*, *or*; & per cochleas a posteriori parte tabulæ pro arbitrio agentis constituuntur. Tabulæ superficies juxta scissuras paululum excavatur, ad motum indicum dirigendum; majores ad tabulæ extremitatem pertingunt, licet scissuræ extremitas ab ea fere tres pollices distet.

Delineatio majorum indicum datur in figura separata M; in qua *ab* est lamina, quæ per cavitatem in tabulæ superficie movetur; *cd* est index, ad illam laminam normalis, & longitudinis circiter trium pollicum.

Datur etiam in N figura separata indicum minorum; illorum longitudo est semidiametri minimorum globorum, qui Machinæ applicantur, & quorum diameter commode statuitur unius pollicis cum semisse; indices hi inter majores ponuntur, quia illis motus globorum non impeditur; aliquando ambo minores in eadem scissura firmantur, quando tres anguli ab una parte mensurandi sunt.

In eo casu globus ut Q elevatur, aut post casum adscendit,

versus tabulæ latus B. Ad disponendum indicem ut mensuretur angulus ille, regulæ EG, quæ est a parte B, extremitas G conjungi debet cum extremitate G alterius regulæ, positæ ut ante dictum.

Cochleæ tres ferreæ F, F, F, inserviunt tabulæ exacte in situ verticali disponendæ, ita ut linea AD sit ad horizontem perpendicularis; quod facillime præstatur, suspendendo globo quocunque, & ponendo indice majori, ita ut filum transiens juxta notam in illo indice sit parallelum lineæ AD.

In Experimentis circa collisiones corporum non elasticorum, utimur globis, in forma lignea L, ex argilla molli ductis.

Forma hæc L quinque partibus constat; quarum quatuor in H, H, H, H videntur; hæ junctæ cavitatem sphæricam continent, diametri unius pollicis & semissis, cum apertura ab inferiori parte: circumdantur cochlea; ita ut firmiter inter se connectantur, ope annuli I, in interiori parte cochleam similem continentis.

Partes omnes conjunctæ in L repræsentantur; datur foramen in *v*, communicationem habens cum cavitate interiori; per hocce transmittitur filum, & cavitas oleo illinitur, & argilla impletur; filum memoratum argillam fere transit, & in illa irregulariter disponitur. Sublato annulo I, quatuor reliquæ partes facillime separantur, & globum in medio relinquunt, qui filo statim memorato alteri filo connectitur, quo Machinæ applicatur.

Experimenta circa corpora elastica fiunt cum globis eburneis. Adhibentur sex minores diametri unius pollicis cum semisse; præter hos unus ponderis dupli, alter ponderis tripli, & tandem unus ponderis quadrupli.

In Experimento undecimo capitis sequentis, sex memorati globi æquales Machinæ applicantur; & ita suspenduntur, ut sese mutuo tangant. Illud fit (vide fig. Z) ope laminæ *mn*; quæ per cochleas *q*, *q*, per scissuram *st* transeuntes, Machinæ connectitur. Lamina hæc continet clavos quatuor *p*, *p*, *p*, *p*; in quorum extremitatibus dantur foramina, per quæ fila, quibus globi suspenduntur, transmittuntur. Paxillis *l*, *l*, *l*, *l*

fila

fila illa connectuntur. Globi reliqui duo clavis memoratis V suspenduntur.

Ad Experimentum decimum tertium capitis sequentis tres clavi ut V requiruntur.

In hac Machina percussio globorum in loco infimo semper est directa: & globi, licet a diversis altitudinibus, sive ad eandem partem, sive ad partes contrarias, dimittantur, eodem momento ad locum infimum perveniunt *; & ita, *155.
in eo casu, percussio semper est directa; celeritates vero in loco infimo denotantur per divisiones regularum E G, EG *; nam pro arcubus non majoribus, quam quos globi in hac *159.
Machina excurrunt, ratio inter arcus & chordas sensibiliter non differt. Altitudines, a quibus globi dimittuntur, determinant celeritates ante impactum; & altitudines, ad quas globi adscendunt, celeritates post impactum.

Omnia quæ ad percussionem corporum non elasticorum pertinent, ad quatuor casus sequentes referri possunt.

Cas. 1. *Si corpus unum alteri quiescenti impingat, ambo* 171.
simul motum, in eadem directione cum motu priori, continuabunt *; *& quantitas motus post ictum in ambobus corporibus* *168.169.
erit eadem quam ante ictum in corpore moto solo.

Actio enim corporis moti in alterum motum, quem hoc acquirit, ei communicat; reactio vero hujus corporis in illud motum illius retardat, actio reactioni est æqualis *; er- * 126.
go & quantitas motus ab uno acquisita quantitati motus ab altero amissæ: & sic impactu motus quantitas non mutatur.

Quantitas hæc habetur multiplicando massam prioris corporis per suam velocitatem *; & dividendo illam quantitatem, * 64.
per massam amborum corporum, datur velocitas post impactum.

Dentur ex. gr. duo corpora æqualia, in quibus quantitas materiæ potest designari per unitatem; sit velocitas corporis moti decem, quantitas motus erit etiam decem, quæ dividi debet per duo, designans massam amborum corporum, & quinque quotiens divisionis erit celeritas corporum post impactum.

Ex-

EXPERIMENTUM 1.

TAB. X. fig. 1. Globi duo ejusdem ponderis P & Q, ex argilla molli, Machinæ n. 170. suspenduntur.

Globus P ab altitudine decimæ divisionis regulæ EG dimittitur, & impingit in globum quiescentem Q; post impactum ambo simul moventur, & adscendunt ad alteram partem, ad quintam divisionem alterius regulæ EG; reliqua hujus capitis Experimenta cum globis similibus peraguntur.

172. Cas. 2. *Si corpus unum alteri, versus eandem partem tardius moto, impingat, motum, in eadem directione quam ante, simul continuabunt; & quantitas motus post ictum eadem est quam ante.* Ratio hujus propositionis eadem est quam præcedentis.

In hoc casu celeritas corporum post impactum determinatur, multiplicando unumquodque corpus per suam celeritatem; producta designant quantitates motus in singulis cor-

* 64. poribus *; colligendo illa in unam summam, datur totius motus quantitas; quæ si dividatur per massam amborum corporum, quotiens erit celeritas quæsita.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. X. fig. 2. Corpora P & Q æqualia moventur versus eandem partem, P cum velocitate decem, Q cum velocitate sex; massa utriusque corporis cum sit unum, quantitas motus in ambobus

* 63. simul est sedecim *; quæ si dividatur per duo, designans massam amborum corporum, quotiens erit octo; talis etiam velocitas Experimento reperitur.

173. Cas. 3. *Quando duo corpora, cum motus quantitatibus æqualibus, in partes contrarias feruntur, occursu motus totus destruitur, & corpora quieta manent.*

* 168. Post impactum non separantur corpora *, & linea, in qua

* 169. moventur, mutari non potest *; in eadem vero linea ut moveri continuent, requiritur ut motus unus alterum supe-

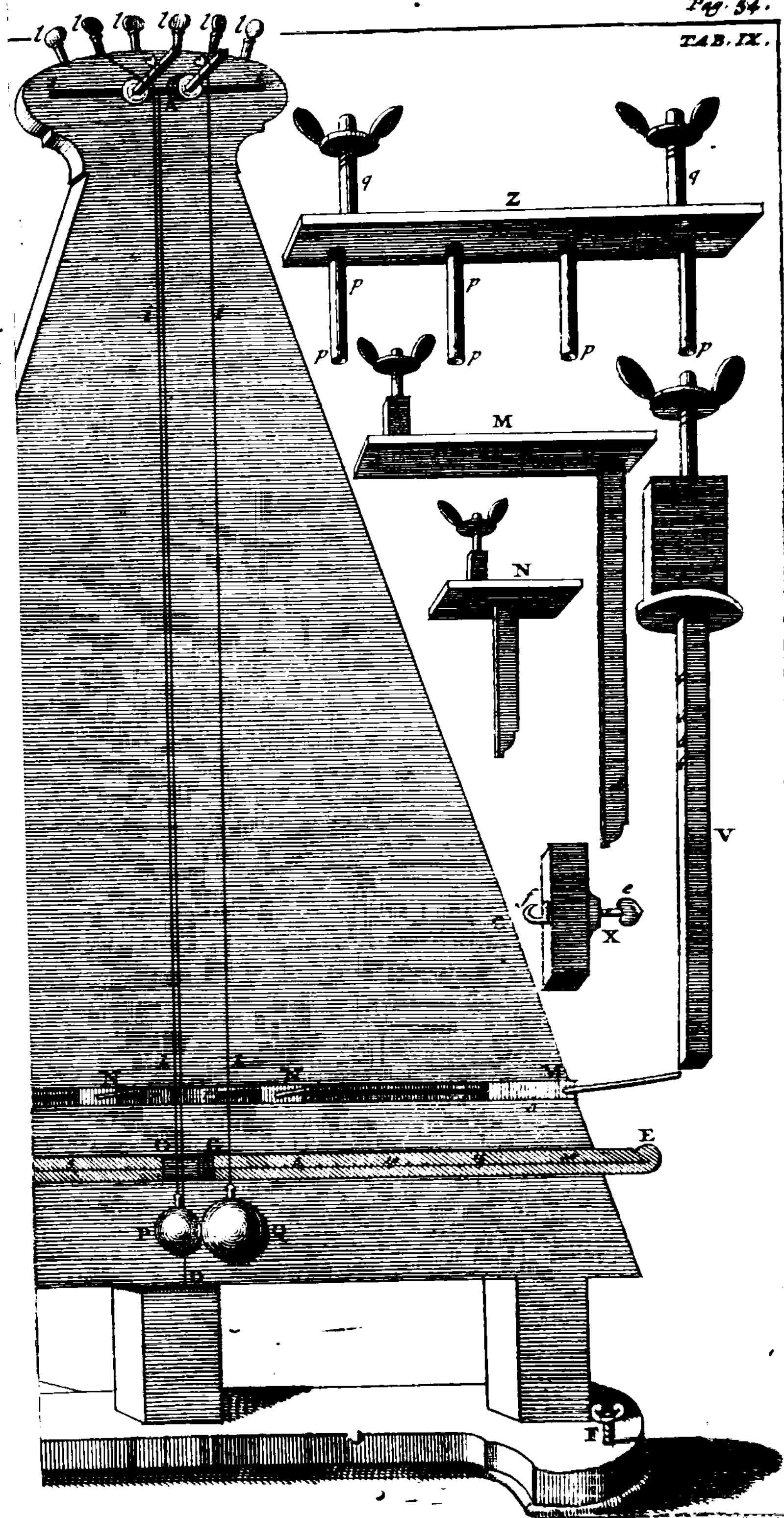
* 60. ret, quod contradictionem involvit *.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. X. fig. 3. Corpora duo æqualia P & Q cum velocitatibus æqualibus occurrunt, & quieta post occursum manent.

174. Cas. 4. *Duo corpora, diversis cum celeritatibus in contrarias partes mota, in se mutuo impingunt; post occursum ambo simul*

TAB. IX.



simul motum in eadem directione, cum motu præpollenti, continuabunt; & quantitas motus post occursum est differentia motuum ante impactum.

Motus major præpollet; corpora ergo versus plagam, quo dirigitur motus iste, simul feruntur *; & corpus, minorem *168. 169.
motus quantitatem habens, in eadem quidem linea, sed in partem contrariam quam ante occursum, fertur; ad illud requiritur ut actione alterius corporis totus motus primus destruatur, quod fieri non potest, quin reactione corpus illud æqualem motus quantitatem amittat, restat ergo motuum differentia.

Multiplicando massam utriusque corporis per suam celeritatem, dantur motus quantitates; quarum minor e majori subtrahi debet, ut detur differentia motuum; quæ differentia si dividatur per massam amborum corporum, datur celeritas post occursum.

EXPERIMENTUM 4.

Corpus Q cum celeritate quatuordecim movetur, corpus TAB. X. fig. 4.
æquale P cum celeritate sex in contrariam partem fertur; post occursum corpus Q motum continuat, & secum fert corpus P cum celeritate quatuor.

Propter corporum æqualitatem motus quantitates sunt etiam quatuordecim & sex *; & illarum differentia est octo, qui *63.
numerus si dividatur per duo, designans massam amborum corporum, quotiens quatuor dat celeritatem post impactum.

DEFINITIO 3.

Celeritas relativa *vocatur celeritas cum qua corpus unum* 175.
versus alterum fertur, aut cum qua corpora duo separantur; in motibus versus eandem plagam est differentia celeritatum corporum, in motibus contrariis est summa celeritatum.

In concursu corporum ictus proportionalis est illi celeritati 176.
relativæ. Impetus enim corporum in se mutuo crescit, & minuitur, cum celeritate qua duo corpora ad se invicem accedunt.

CA-

CAPUT XXI.

De Congressu Corporum Elasticorum.

Corpus elasticum, cujus figura vi quadam mutatur, cessante
* 44. actione illius vis, elasticitate ad primam figuram redit *.

DEFINITIO.

177. Perfecta elasticitas *dicitur*, *quando eadem cum vi ad primam figuram redit corpus*, *cum qua fuit compressum.*

178. In eo casu, *ictus*, *ex restitutione elateris oriundus*, *æqualis est ictui*, *quo corporis figura fuit mutata.*

De tali elasticitate in hoc capite agitur, licet nulla corpora tali elasticitate prædita nobis nota sint: inæqualis est admodum in corporibus diversis vis, qua partes ad pristinam figuram redeunt, unde regulæ generales nisi quoad perfectam elasticitatem non tradi possunt; quo magis corpora ad illam accedunt, eo magis exacte motus illorum cum regulis congruunt.

* 170. Experimenta in hoc capite memoranda eadem Machina * cum Experimentis præcedentis capitis fiunt, & quidem cum globis eburneis, ut in descriptione Machinæ dictum, defectusque elasticitatis & aëris resistentia non admodum sensibilem errorem in Experimentis adferunt, qui etiam, si necesse fuerit, corrigi poterit, determinando differentiam ex eo oriundam.

Utcunque duo corpora in se mutuo impingunt, actiones mutuæ unius corporis in aliud semper sunt æquales inter
* 126. se *. Actione illa partes corporum introcedunt, & quidem æquali cum vi in utroque corpore; elasticitate etiam æquali cum vi ad primam formam redeunt. Actio corporum in se mutuo, ex restitutione elateris, æqualis est primæ actio-
* 178. ni ex impactu *; unde sequitur *actionem corporum in se mu-*
179. *tuo duplam esse in elasticis: & quidem duplam respectu utriusque corporis solius considerati*, propter æqualitatem actionis in utrumque. *Mutatio* ergo, *quæ hoc in casu ex impactu in utriusque corporis motu producitur*, *dupla est illius quam ictus ex eodem*

eodem motu in corporibus, nulla elasticitate præditis, produceret; & cum quoad hæc mutatio, & respectu quantitatis motus, & respectu celeritatis, in capite præcedenti determinetur, possumus etiam quoad illa mutationem determinare; ad quod sequentes Regulæ observandæ sunt.

REGULA I.

Quando corpora non elastica in se mutuo impingunt, si 180.
corpus unum quandam motus quantitatem acquirat, duplam acquireret, si elastica essent; & hæc quantitas dupla priori motui est addenda, ad motum post impactum determinandum.

REGULA II.

Duobus corporibus non elasticis in se mutuo impingenti- 181.
bus, si corpus unum quandam motus quantitatem amittat, duplam amittit, quando elastica sunt corpora; illaque quantitas dupla a priori motu subtrahi debet, ad determinandum motum post percussionem.

Quæ de motu dicuntur, de celeritate etiam intelligi debent; quia in eodem corpore motus celeritati proportionalis est*. * 63.

EXPERIMENTUM I.

Corpus P, cujus massa est duo, & celeritas novem, im- TAB. X. fig. 5.
pingit in corpus quiescens Q, cujus massa est unum; post impactum Q movetur cum celeritate duodecim, & P motum continuat cum velocitate tria; quod prædictis Regulis congruit: nam si corpora non essent elastica, celeritas amborum post occursum esset sex *; corpus ergo Q acquiret sex gradus * 171.
velocitatis, & per Reg. I. * acquirit ideo duodecim gradus; * 180.
corpus P amittens tres gradus velocitatis, per Reg. II.
* amittit sex, qui si subtrahantur a novem velocitate prio- * 181.
ri, restant tres gradus velocitatis.

EXPERIMENTUM 2.

Corpus P, cujus massa est duo, & velocitas octo, im- TAB. X. fig. 6.
pingit in corpus Q, cujus massa est unum, & quod cum velocitate quinque versus eandem partem fertur; post occursum corpus Q movetur cum velocitate novem, & P cum velocitate sex; quod iterum per Regulas præcedentes potuisset determinari.

H Si

Si corpora non essent elastica, ambo cum celeritate septem post
* 172. impactum moverentur *: corpus Q acquireret duos gradus celeritatis, qui per Reg. I. duplicari debent, & priori celeritati quinque addi, unde habemus novem: corpus P amisit unum gradum velocitatis, per Reg. II. amittit duos, ei ergo restant sex.

REGULA III.

182. *Quando corpus totum motum amittit, & motum in contrariam partem acquirit, isti duo motus in unam summam colligi debent, ad habendum motum amissum.*

Quando quantitas, in casu Regulæ II. subtrahenda, excedit motus quantitatem ante impactum, a qua subtrahi debet, tota hæc motus quantitas destruitur, & quod ex illa superest, motus quantitatem in contrariam partem designat.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. X. fig. 7. Corpus P in aliud Q, quiescens & triplum, cum velocitate duodecim impingit, & cum velocitate sex regreditur. In hoc casu corpora non elastica moverentur cum celeritate tria, corpus ergo P amisisset novem gradus velocitatis, amit-
* 181. tit ergo per Reg. II. * octodecim gradus; qui si subtrahantur a priori velocitate duodecim, dantur sex grad. in contra-
* 182. riam partem per Reg. III. *; eodem modo sequentibus Experimentis confirmatur quod per Regulas detegitur.

EXPERIMENTUM 4.

TAB. X. fig. 8. Corpus P cum velocitate novemdecim fertur versus eandem partem cum corpore triplo Q, moto celeritate tria; post impactum corpus P regreditur cum velocitate quinque.

EXPERIMENTUM 5.

TAB. X. fig. 9. Duo corpora P & Q, æqualibus cum motus quantitatibus, ad se invicem accedunt; post percussionem ambo regrediuntur, cum iis celeritatibus, cum quibus ad se invicem accessere.

EXPERIMENTUM 6.

TAB. X. fig. 10. Copus P cum celeritate quinque, & corpus Q triplum cum celeritate undecim, in partes contrarias feruntur; post occursum, Q motum continuat cum celeritate tria, & P regreditur cum velocitate novemdecim.

EXPERIMENTUM 7.

Eadem corpora P & Q in contrarias partes feruntur, P cum celeritate sedecim, & Q cum velocitate octo; ambo post impactum regrediuntur, P cum viginti, & Q cum quatuor gradibus velocitatis. TAB. X. fig. 11.

Omnes casus percussionum corporum elasticorum Regulis memoratis determinantur; sequentia etiam notatu digna ex illis deducuntur.

Quando corpora sunt aequalia, & versus eandem partem feruntur, permutatis velocitatibus motum continuant; si in contrarias partes ferantur, permutatis velocitatibus regrediuntur. 183. TAB XI. fig. 1.

Cas. 1. Tendant corpora versus eandem plagam, & sit A B velocitas unius corporis, B C velocitas alterius corporis; velocitates hic sunt ut motus quantitates *. Dividatur linea AC in duas partes aequales in D, & sit D b aequalis DB; AD aut DC denotat celeritatem utriusque corporis post occursum, si non sint elastica *; sic celeritas BC augetur quantitate DB, duplici quantitate tali augeri debet propter elasticitatem *, id est, fiet bC: celeritas AB, in corporibus non elasticis, minuitur quantitate DB; duplici illa quantitate minui debet, ex praedicta ratione *; & sic fiet A b. Velocitates igitur AB & BC mutantur in velocitates A b & bC; A B vero & b C, ut & B C & A b, sunt aequales inter se. * 63. * 172. * 180. * 181.

EXPERIMENTUM 8.

Corpora duo aequalia P & Q, primum cum velocitate decem, alterum cum velocitate quinque, versus eandem partem feruntur; mutatis velocitatibus post impactum motum continuant: quod etiam congruit computationi ex praecedentibus Regulis.

Cas 2. Sit A B celeritas unius corporis, C B celeritas alterius; differentia A C dividatur in duas partes aequales, & fiat A b aequalis C B. Quando corpora non sunt elastica, velocitas utriusque post occursum, versus eandem partem, est A D *; corpus ergo primum amisit velocitatem D B, corpus alterum amisit totam velocitatem CB & in contrariam partem acquisivit DC; tota ergo quantitas amissa etiam est D B *; haec quantitas si duplicetur erit TAB. XI. fig. 2. * 174. * 182.

* 181. *b* B, quantitas celeritatis ab utroque corpore amissa*; differentia hujus velocitatis cum velocitate utriusque corporis,
* 182. dat in utroque velocitatem in contrariam partem *; differentia hæc respectu motus AB est *b* A, pro motu CB est C*b*; C*b* vero & AB, ut & *b* A & CB, sunt æquales inter se.

EXPERIMENTUM 9.

Si corpora æqualia, P cum celeritate decem, & Q cum velocitate quinque, in contrarias partes ferantur, permutatis velocitatibus ambo regrediuntur post percussionem.

184. *Corpus impingit in aliud æquale quiescens*, ut velocitates permutentur, *corpus primum post impactum quiescet, alterum vero cum velocitate prioris movebitur.* Quod confirmatur

EXPERIMENTO 10.

Corpus P cum velocitate decem impingit in corpus quietum Q, P post occursum quiescit, & Q cum celeritate decem movetur. Illudque explicationem suppeditat sequentis

EXPERIMENTI 11.

TAB. XI. fig. 3. 1. Sint corpora plurima æqualia P, Q, R, S, T, V, in eadem linea disposita, & sese mutuo tangentia; corpus P impingatur in Q, quacunque cum velocitate, post occursum P, Q, R, S, & T quieta manent, & V solum movetur.

TAB. XI. fig. 4. 2. Moveantur æqualibus velocitatibus P & Q, ita ut Q impingatur in R, post impactum P, Q, R, & S quiescunt, T & V vero simul moventur.

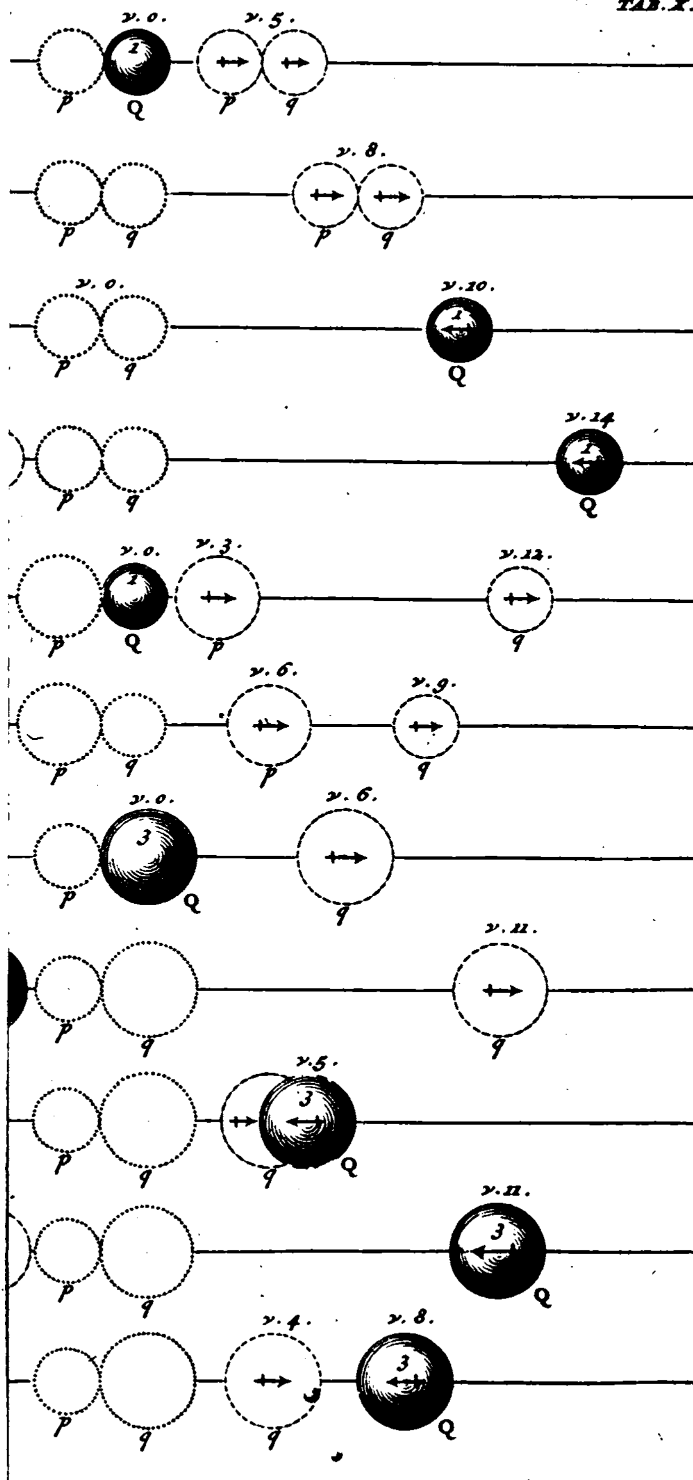
TAB. XI. fig. 5. 3. Eodem modo si tria moventur, post occursum tria etiam moventur.

TAB. XI. fig. 6. 4. Tandem si P, Q, R, & S simul moveantur, & S percutiat T, post percussionem P & Q quiescunt, R, S, T, & V simul moventur. In genere quinam sit globorum numerus, quot moventur ante occursum, tot etiam post illum moventur.

TAB. XI. fig. 3. * 184. In primo casu P impingit in Q & quiescit *, Q impinpit in R & etiam quiescit, & sic de cæteris, donec tandem T percutiat V, quod cum nullo obstaculo retineatur, solum in motu continuat.

In

TAB. X.


v. 0.
v. 5.
1
p
Q
p
q
v. 8.
p
q
p
q
v. 0.
v. 10.
1
p
q
Q
v. 14
1
p
q
Q
v. 0.
v. 3.
v. 12.
1
p
Q
p
q
v. 6.
v. 9.
p
q
p
q
v. 0.
v. 6.
3
p
Q
q
v. 11.
p
q
q
v. 5.
3
p
q
q
Q
v. 11.
3
p
q
Q
v. 4.
v. 8.
3
p
q
q
Q

In secundo casu, corpus Q eodem plane modo corpus V TAB. XI. fig. 4.
propellit; insequitur immediate P impingens in Q, quod
jam ex priori impactu quiescit, motus ille etiam eodem mo-
do communicatur corpori T, quod jam non potest percute-
re V jam in motu; & cum motus corporum P & Q æque
veloces sint, & illa corpora quam proxime sese insequantur,
sensibile tempus inter illas duas motus communicationes non
datur, unde etiam corpora V & T æque velociter moventur
& a se invicem non separantur.

Velocitas respectiva, cum qua duo corpora elastica quæcun- 185.
que a se mutuo recedunt post impactum, æqualis est celerita-
ti respectivæ, cum qua corpora ad se invicem accessere.

Si corpora non essent elastica, conjunctim motum conti-
nuarent *, & in eo casu actione corporum in se mutuo ce- * 168.
leritas respectiva tota, qua ad se invicem accedunt, destruitur;
actio ex restitutione elateris æqualis est & contraria *, ean- * 178.
dem ergo celeritatem respectivam, qua a se invicem rece-
dunt, generare debet. Corporum inæqualitas quæcunque
sit nihil mutat, propter æqualitatem & actionis primæ & se-
cundæ in utrumque corpus *. * 126.

Quantitas motus versus eandem partem eadem est post impa- 186.
ctum quam ante.

Pro corporibus non elasticis probata est hæc propositio in
omnibus casibus *; nam quando motus non conspirant, mo- *171. 172.
tus contrarius a motu versus certam plagam subtrahi debet 173. 174.
ad determinandum motum versus illam partem. Ex resti-
tutione elateris motus quantitates æquales generantur versus
partem utramque *, quo non mutatur motus quantitas ver- * 120.
sus certam plagam. Experimentis jam memoratis hæ duæ
propositiones ultimæ plenissime confirmantur.

Quando corpus minus in aliud majus quiescens impingi- 187.
tur, majorem motus quantitatem acquirit corpus majus quam
minus habuit ante ictum.

Quantitas motus a majori corpore acquisita, dupla est
quantitatis quam minus amitteret, si corpora nulla elasticitate
essent prædita; hoc vero in casu plusquam dimidiam par- *180. 171.
tem sui motus amitteret corpus minus *. * 171.

EXPERIMENTUM 12.

TAB. XI. fig. 7. Corpus P cum velocitate 15. qui numerus etiam quantitatem motus designare potest, percutit corpus Q quadruplum & quietum; corpus Q acquirit velocitatem 6. *, id est, motus quantitatem 24. Corpus vero P regreditur cum velocitate 9., & sic quantitas motus versus plagam, quo primo tendebat P, remanet 15 *.

*171.180.

* 186.

188. Magis motus in corpore Q adaugetur, interposito corpore magnitudinis mediæ inter corpora P & Q.

EXPERIMENTUM 13.

TAB. XI. fig. 8. Dantur prædicta duo corpora P & Q, & inter illa corpus R duplum corporis P; corpus P si cum velocitate 18. impingat in R quiescens, ei communicat velocitatem 12. *, cum qua si hoc corpus impingat in Q quietum, ei communicabit celeritatem 8., id est, motus quantitatem 32.; in hoc autem Experimento, propter duplam percussionem, error ex defectu a perfecta elasticitate magis est sensibilis quam in aliis ubi unica tantum datur percussio, & motus quantitas a corpore Q acquisita est circiter 30.

*171.180.

189. *Quo plura corpora inæqualia duobus corporibus interponuntur, si massæ a primo ad ultimum semper crescant, eo etiam major erit motus quantitas in maximo; & maxima, eodem corporum interpositorum manente numero, quando massæ omnium corporum sunt in progressione geometrica.*

Licet quantitas motus versus eandem partem in congressu corporum, sive elasticorum, sive nulla elasticitate præditorum, eadem maneat, non eadem manet ipsius motus quantitas, sæpe minuitur *, & sæpissime etiam augetur *; ita ut nullo fundamento dicatur motus quantitatem in mundo semper eandem dari.

*173.174.

* 187.

CA-

CAPUT XXII.

De Motu composito & Percussione obliqua.

Corpus in motu potest vi nova agitari & secundum aliam directionem propelli; mutatio motus in eo casu sequitur proportionem & directionem illius vis *: cùmque illa actio- * 125
ne primus motus non destruatur, ex istis duobus motibus oritur tertius secundum novam directionem.

Corpus P *propellatur vi quadam secundum directionem* P C, 190.
eodem tempore pellatur vi alia secundum directionem PB; TAB. XL. fig. 3.
& sint celeritates ex istis viribus oriundis, ut istæ lineæ P C, P B. Ad determinandum quid eveniet, absolvetur parallelogrammum PBAC, ducendo lineas BA, CA, prædictis parallelas; sit P A diagonalis illius parallelogrammi. Percurrat corpus vi prima, id est, celeritate PC, lineam P C, & integra illa linea transferatur cum directione & celeritate P B; Quando illa linea erit in *ba*, corpus erit in *p*, ita ut *pb* Pb
sit ad P B, ut *bp* ad *ba*, aut A B, id est, erit in diagonali PA; & sic ubique. Quando linea PC erit in B A, corpus erit in A; *motu* ergo *composito ex prædictis duobus, oritur motus per diagonalem* P A, *cujus celeritas est proportionalis longitudini diagonalis* *; nam in eodem tempore diagonalis ex mo- * 53.
tu composito a corpore P percurritur, in quo motu unico ab eodem corpore linea P B aut P C percurri potuisset.

Ut hæc propositio Experimento confirmetur, requiritur Machina hic describenda.

Duo plana lignea C D E, C D E, figuræ trianguli rectan- 191.
guli, cujus latus C D est longitudinis circiter trium pedum TAB. XII. fig. 1.
cum semisse, latus D E unius pedis cum semisse, verticaliter posita circa cardines A & B convertuntur.

Experimenta in hac Machina fiunt cum globis eburneis diametri unius pollicis cum semisse.

Plana ita conjunguntur, ut si hisce alia parallela, ad distantiam paululum majorem quam semidiametri globorum, concipiantur, horum intersectio sit ipse axis circumvolutionis:

quod

quod præstatur per figuram cardinum, (fig. 2.) quorum partes *b*, *b*, ad majorem firmitatem, ligno inseruntur.

In centro cardinis superioris A, datur cylindrus parvus *a*, (fig. 2.) in cujus basi foramen datur, quod cum alio a latere conjungitur, ita ut per illa immittatur filum *i h*, quo globus P suspenditur, & quod paxillo annectitur.

Ope cochlearum F, F, F, F, F Machina in situ verticali disponitur, ita ut filum *h i* cum axe Machinæ coïncidat.

In *m*, *m*, clavi duo planis memoratis inseruntur, illis globi Q, Q, suspenduntur, ad talem distantiam a planis ut unumquodque illud cui applicatur fere tangat, id est, ut linea, quæ concipitur per centra globorum P & Q, huic plano sit parallela; requiritur ulterius ut hi globi ad eandem altitudinem positi sese mutuo tangant.

Fila, quibus globi Q & Q suspenduntur, trajiciunt foramina in prædictis clavis, & paxillis *l*, *l* annectuntur, ut commode elevari, deprimique, & omnium globorum centra in eodem plano, ad horizontem parallelo, disponi possint. Regula ænea R, ita inflexa ut juxta illam globus P in suo motu adscendat, convertitur circa extremitatum alteram, & centrum motus cum axe Machinæ coïncidit. Inservit ad notandam viam globi P, & altitudinem ad quam adscendit.

Globus uterque Q juxta planum cui applicatur dimittitur, & altitudo a qua dimittitur notatur per indicem plano infixum, ad quod in utroque plano foramina quatuor dantur, angulos æquales, respectu motus filorum, continentia.

Quando globus Q a certa altitudine dimittitur, in globum P impingit, illumque secundum eandem directionem
* 184. & ad eandem altitudinem propellit *.

EXPERIMENTUM I.

TAB. XII. fig. 3. & 4. Hujus Machinæ sectio horizontalis hic repræsentatur, corpus P ab utroque corpore Q potest propelli cum directione & celeritate quacunque. Si corpora Q & Q eodem tempore dimittantur, corpus P duobus motibus eodem tempore
* 155. agitatur *, percurrit diagonalem P*p* parallelogrammi ex prædictis duobus motibus, ut superius memoratum est, forma-
* 190. ti *, & ad altitudinem adscendit proportionalem longitudini istius diagonalis. Ex-

Experimentum exactissime procedit, sive globi Q & Q ab eadem altitudine, sive ab altitudinibus inæqualibus, dimittantur, & quicunque sit angulus formatus a duobus planis, id est, a motus directionibus, sive sit rectus, sive acutus, sive obtusus.

Corpus, quod utcunque movetur in linea recta PA, *potest semper considerari ut agitatum duobus motibus*; & illud quidem innumeris modis, nam innumera parallelogramma describi possunt ut PBAC, pbac, *pbac*, quorum linea prædicta erit diagonalis; & in illorum quocunque si dentur duæ vires agentes per directiones PB & PC, & ex quibus celeritates in corpore oriundæ, sunt ut latera PB & PC, ex iis semper oritur motus per diagonalem cum celeritate huic proportionali. 192. TAB. XI. fig. 10.

Ex ista motus resolutione in duos alios determinatur motus corporum oblique in se mutuo impingentium.

Corpus Q quiescit, corpus P, directione & celeritate PA, in illud impingitur. Per centra amborum corporum, cum P in A pervenerit, ducatur linea DB, & ad illam perpendicularis PB, & absolvatur parallelogrammum ABPC; motus per PA resolvitur in duos alios per PB & PC, aut BA, CA; motu per CA corpus P non agit in corpus Q; actio ergo oritur ex solo motu per BA, id est, *corpus P, impactu obliquo per PA celeritate PA, in corpus Q agit, eodem modo ac si directe in illud impingeret per BA celeritate BA.* Et sic motus corporis Q ex illa actione, sive corpora sint elastica, sive non, determinatur ex iis quæ de impactu directo dicta sunt. TAB. XI. fig. 11. & 12. 193.

Motus corporis P post impactum ex iisdem principiis deducitur; motus per CA non mutatur; ergo motu illo cum æquali celeritate corpus P fertur directione AE; sit ideo AE æqualis CA. Mutatio in motu BA determinatur respectu corporis P, eodem modo ac motus corporis Q, per duo capita præcedentia; sit celeritas illius motus AD, in fig. 11. quando corpus progreditur, & in fig. 12. quando regreditur; ex isto motu & motu per AE oritur motus compositus per diagonalem A*p*, quæ situ & longitudine directionem & celeritatem corporis P post impactum denotat *. TAB. XI. fig. 11. & 12.

* 190.

Quando corpora sunt æqualia & elastica, totus motus per 194.

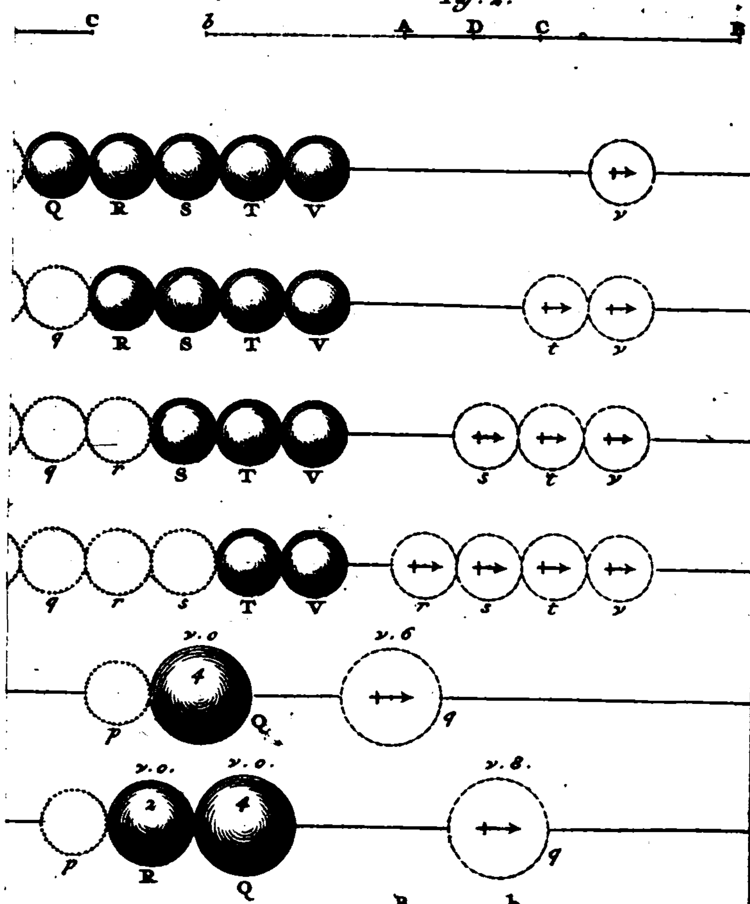
* 184. B A ex percussione destruitur *, & solus motus per CA superest, qua directione tunc etiam fertur corpus P. In illo casu semper post impulsum corpora ambo, *quocunque modo corpus P ad aliud accedat, separantur directionibus sub angulo recto.*

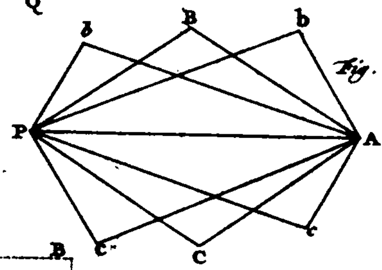
EXPERIMENTUM 2.

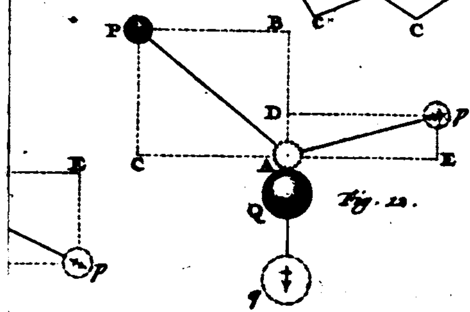
TAB. XII. fig. 5 In Machina n. 191. dentur globi Q & P; planis ad angulum rectum dispositis, quacunque directione, & a quacunque altitudine, cadendo corpus Q impingat in corpus P, post impactum corpora directiones planorum sequuntur, & ad altitudines adscendunt, quæ per ea, quæ hucusque dicta sunt, determinari possunt.

195. Eodem etiam fundamento detegitur motus duorum corporum post percussionem, quando ambo moventur, quomodocunque in se mutuo ferantur. Casus præcipui repræsentantur in Tab. XIII. & omnes eodem plane modo resolvuntur.

TAB. XIII. fig. 1. 2. 3. 4. 5. & 6. Corpus P moveatur directione & celeritate P A, corpus Q directione & celeritate Q *a*, ducatur linea B *b*, transiens per amborum corporum centra ubi sese mutuo tangunt, ad illam sint CA & *c a* perpendiculares, & absolvantur parallelogramma P B A C & Q *b a c*. Motus corporis P resolvitur in duos alios, quorum celeritates & directiones designant CA, B A. Motus, in quos resolvitur motus corporis Q, designantur per *c a*, *b a*; motibus per C A & *c a* corpora non agunt in se mutuo; non mutantur ergo hi motus, & post occursum designantur per A E & *a e*, ipsis A C & *a c* æquales; percussio ex motibus per lineas B A, *b a* est directa, & determinatur in capitibus præcedentibus: sit motus corporis P versus D, & ejus celeritas A D; corporis Q motus versus *d*, & ejus celeritas *a d*. Post occursum ergo motus corporis P componitur ex motibus per A E & A D, & movetur per diagonalem A *p*. Corporis Q motus post impactum componitur ex motibus per *a e* & *a d*, unde corpus illud fertur per diagonalem *a e*; & longitudines illarum diagonalium celeritates corporum post occursum denotant. In Fig. 1, 2. & 3. corpora non elastica ponuntur. Fig. 4. 5. & 6. eosdem


Fig. 2.
C
b
A
D
C
B
Q
R
S
T
V
y
q
R
S
T
V
t
y
q
r
S
T
V
s
t
y
q
r
s
T
V
r
s
t
y
v. 0
v. 6
4
p
Q
q
v. 0.
v. 0.
v. 8.
2
4
p
R
Q
q


b
B
b
Fig. 10.
P
A
c
C
c


P
B
D
p
C
A
E
Q
Fig. 12.
q
E
p

[illegible]

eosdem casus, positis corporibus elasticis, repræsentant. In Fig. 1. quædam litteræ desunt, quia puncta, quæ per illas in cæteris Figuris designantur, hic cum aliis punctis coïncidunt, & ad determinandos motus non requiruntur.

CAPUT XXIII.

De Potentiis Obliquis.

Corpus P pellitur per PB & PC, celeritatibus istis lineis proportionalibus; ex eo oritur motus per PA, diagonalem parallelogrammi PBAC, cum celeritate quæ designatur per illam diagonalem *; si detur vis tertia agens secundum P*a*, ita ut celeritas ex ea oriunda sit PA; actione illa actiones ambarum prædictarum virium destruuntur, & corpus quiescit: si actiones prædictæ continuentur, in quiete continuat corpus; qui casus exstat quando corpus prædictis viribus filis trahitur versus C, B & *a*. Unde sequitur, TAB. XIII. fig. 7. * 190.

196. *Corpus quiescere, quod trahitur tribus potentiis, quæ sunt inter se ut latera trianguli formati lineis directionibus potentiarum parallelis.*

197. Hæc propositio Experimento confirmatur: Machina delineatur in Fig. 8.: Est orbis ligneus, diametri circiter octo pollicum, horizontalis, & pede sustentus; in medio crassitiei sulco circumdatur, quo Trochleæ ad libitum, in quocunque circumferentiæ puncto, Machinæ junguntur. Sulco enim huic inseritur lamina ænea, cui Trochlea perpendiculariter cohæret, ut in F repræsentatur. TAB. XIII. fig. 8.

Orbis prædictus in superiori parte paululum excavatur, ut recipiat orbem minorem DFA, crassitiei quartæ partis unius pollicis, & paululum supra orbem primum proëminentem; ita ut filum super Trochlea, ut dictum, Machinæ annexa, horizontaliter extensum, superficiem DAF perstringat.

Varii, pro variis Experimentis, tales requiruntur orbes minores. Charta ab utraque parte obteguntur, ut commode lineæ, in sequentibus memorandæ, in iis duci possint.

EXPERIMENTUM 1.

Sit C centrum orbis minoris memorati, & in hoc delineatum triangulum ABC, cujus latera sunt inter se ut 2. 3. & 4.; Detur linea CE lateri AB trianguli parallela, & continuetur latus AC versus D.

Nunc dentur tria fila in C juncta, & juxta lineas CD, CE, & CB protensa super Trochleis majori orbi junctis; Si filo CD appendatur pondus quatuor librarum, filo CE pondus trium librarum, & tandem filo CF pondus duarum librarum, fila non moventur, & nodus in C quietus manet; si ex eo puncto dimoveatur nodus, non quiescit.

In hac propositione duæ potentiæ quæcunque tertiæ æquipollent, id est, valent unicam potentiam, quæ in eadem directione cum illa tertia, sed contrarie, agit, & illi tertiæ æqualis est.

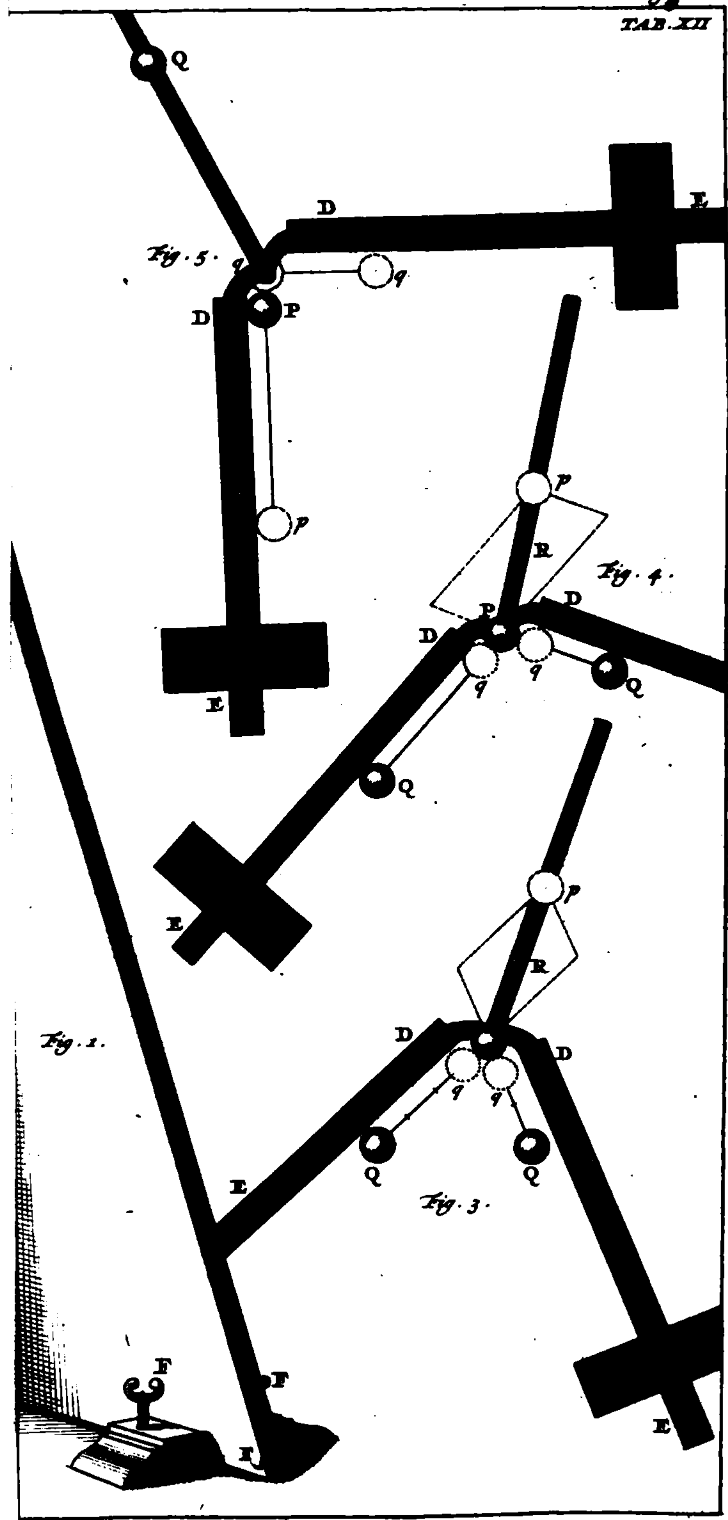
198. *Actiones* ergo *duarum potentiarum ad actionem unius potentiæ reduci possunt.*

Sic quando quatuor potentiis punctum trahitur, dabitur æquilibrium, si reductis duabus potentiis ad unicam, hæc potentia nova, cum duabus reliquis, sit in conditione n. 196.; id est, si hisce reliquis etiam ad unicam reductis, potentia ex eo orta æqualis sit, & contrarie agat, cum potentia nova statim memorata.

EXPERIMENTUM 2.

199. TAB. XIII. fig. 9. Punctum C trahitur quatuor filis; versus B pondere unius libræ, versus F pondere trium librarum, versus E pondere duarum librarum, & tandem versus D pondere quatuor librarum, & datur æquilibrium: formato triangulo CF*a*, aut parallelogrammo CF*a*E, potentiæ prædictæ per CF & CE reducuntur ad unicam agentem per C*a*, cum vi ponderis quatuor librarum, & tunc tres potentiæ per CB, CD, C*a* præstant casum n. 196.; & ideo si potentiæ per CB & CD reducantur ad unicam per CA, aget in eadem directione sed contrarie cum potentia per C*a*, & huic æqualis erit.

Quæ hic de quatuor potentiis dicuntur, de quinque & pluribus dici potuissent; ex quinque enim si duæ ad unam reducantur, incidimus in exemplum præcedens. Ex-


TAB. XII
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 1.
Q
D
E
q
P
p
R
F

EXPERIMENTUM 3.

Punctum C quinque potentiis trahitur, filis CA, CB, CD, CE, & CF; potentiæ sunt inter se ut pondera quibus fila trahuntur, & illa habent inter se proportionem numerorum Trochleis in figura adscriptorum, & æquilibrium datur. 200. TAB. XI fig. 1.

Potentiæ per CB & CD ad unicam reducuntur per CG; potentiæ agentes per CE & CF ad unicam reducuntur per CH; & ita sumus in casu n. 196.; tandem istæ duæ novæ potentiæ, per CH & CG, ad unicam reducuntur per C*a*, quæ quintæ per CA æqualis est, & cum ea in eadem linea, sed contrarie, agit.

Ex memorata propositione n. 196. deducimus ulterius, 201.
idem de actione *potentiæ cujusvis* dici posse, quod de motu in capite præcedenti dictum *; actionem illam *posse resolvi in actiones duarum aliarum potentiarum*, & illud quidem innumeris modis, propter innumera triangula, quæ formari possunt servato eodem latere. Eo possumus in omnibus Machinis reducere potentiam oblique agentem ad directam, & proportionem inter directam & obliquam determinare; quod exemplis sequentibus, Experimentis confirmatis, patebit.

* 192.

EXPERIMENTUM 4.

Vecti AB, cujus brachia sunt æqualia, applicatur in B pondus P duarum librarum, & in A potentia oblique agens per AD, & quæ repræsentatur per pondus M. Concipiatur linea DE vecti in situ horizontali parallela, & AE ad illam & vectem perpendicularis; nunc si AD sit ad AE, ut duo ad tria, & pondus M sit trium librarum, datur æquilibrium. 202. TAB. XIV. fig. 2. & 3.

Directio motus puncti A ex motu vectis est vecti perpendicularis, tendit ergo juxta lineam EA prolongatam; distantia BA cum maneat semper eadem, in fig. 2 impeditur A ne magis accedat ad B, & quasi repellitur per directionem BA; in fig. 3. recessus puncti A a B cohibetur, & sic A quasi trahitur versus B. Ulterius punctum A pondere M trahitur versus D: tribus ergo potentiis trahitur hocce pun-

ctum, quarum directiones sunt parallelæ lateribus trianguli AED; & quæ ergo, ut detur æquilibrium, sunt inter se ut ista latera.

Punctum A, ob æqualitatem distantiarum punctorum A & B a fulcro, juxta EA continuatam, trahitur eadem vi qua pondus P descendit, id est, pondere duarum librarum; vis ergo per AD requiritur trium librarum, quia latera AD & AE sunt inter se ut tria ad duo. Latus DE exprimit quid fulcrum patiatur vi qua punctum A in fig. 2. premitur versus B, & in fig. 3. trahitur.

Idem omnino dicendum de potentia obliqua axi in peritrochio applicata.

EXPERIMENTUM 5.

203. TAB. XIV. fig. 4. Pondus P, trochleæ annexum, sustinetur per potentias ab utraque parte funi ductario applicatas, sed oblique trahentes, per CA & CB; hæ potentiæ sunt æquales inter se, quia omnis funis trochleam circumdans non quiescit, nisi ab

* 83. utraque parte æqualiter trahatur *; ipsum pondus P est quasi tertia potentia, & ita punctum C tribus potentiis trahitur; Concipiatur linea CE ad horizontem perpendicularis, & linea AE parallela lineæ CB: si CE sit ad AE aut AC, (hæ enim duæ lineæ sunt æquales, propter memoratam æqualita-

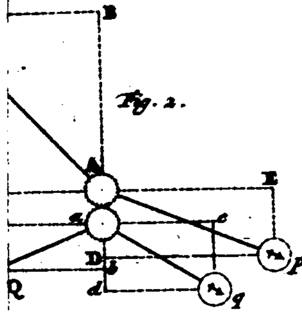
* 196 tem potentiarum trahentium per CB, CA *,) ut sex ad quinque, pondus P sex librarum a ponderibus Q & Q quinque librarum sustinetur; cujus ratio patet ex n. 196.

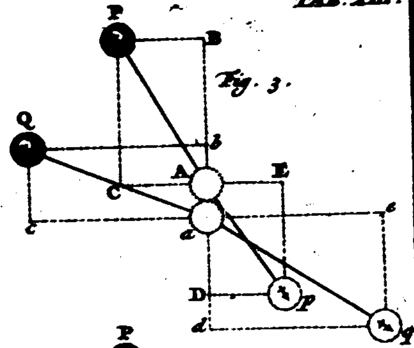
Si extremitas una funis ductarii annectatur clavo, unico pondere ut Q, pondus P sustinetur.

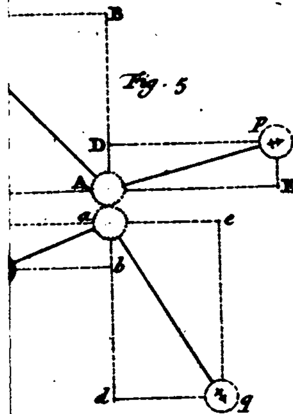
EXPERIMENTUM 6.

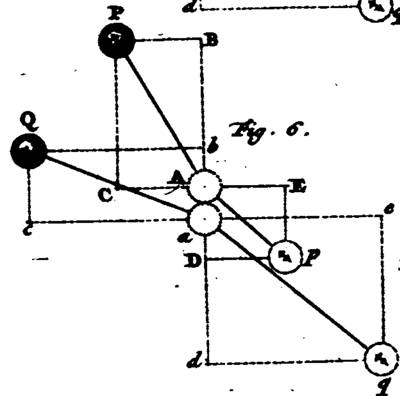
204. TAB. XIV. fig. 5. Si pondus P Trochleæ non conjungatur, sed funibus CA & CB, ei annexis, sustineatur, poterit sustineri potentiis duabus inæqualibus; formetur ut in Experimento præcedenti triangulum CAE, & sit AE undecim, CA duodecim cum semisse, & CE duodecim; dabitur æquilibrium, si pondera Q & Q sint ad P ut primi numeri ad ultimum; cujus Experimenti ratio iterum patet ex n. 196.

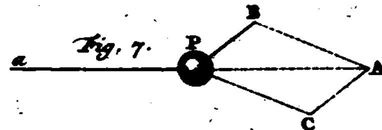
205. Hic in transitu observandum, ex datis inclinationibus filorum

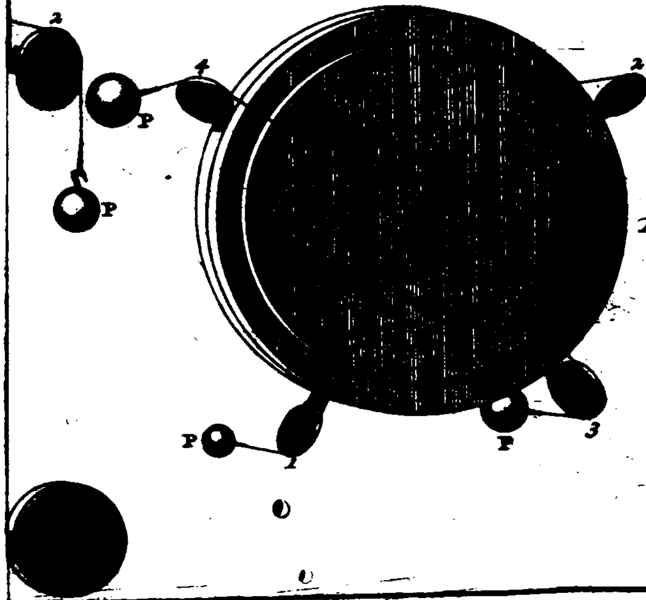

B
Fig. 2.
A
E
a
e
D
b
p
Q
d
q


P
B
Fig. 3.
Q
b
A
E
C
c
a
e
D
p
d
q


B
Fig. 5
D
p
A
E
a
e
b
d
q


P
B
Q
Fig. 6.
b
A
E
C
c
a
e
D
p
d
q


a
Fig. 7.
P
B
A
C


2
4
P
P
2
Fig. 9.
P
1
P
3

lorum CA & CB ad horizontem, proportionem ponderum Q, Q ad pondus P, ex tabulis Trigonometriæ posse determinari. Si in triangulo ACE concipiatur linea Ae, per punctum A ad horizontem parallela, & illa habeatur pro radio circuli, CA erit secans, & eC tangens anguli, quem efficit CA cum horizonte; & AE erit secans, & eE tangens anguli inclinationis fili CB ad horizontem: unde patet pondera Q, Q proportionalia esse prædictis secantibus, & pondus P proportionem sequi summæ memoratarum tangentium.

In Machina, qua hæc ultima Experimenta peraguntur, (cujus constructio ex sola figura, si conferatur cum fig. 4. Tab. IV. abunde liquet) ducantur lineæ, juxta quas fila, quæ trochleas circumdant, extendi possint; in medio linearum adscribantur numeri, designantes secantes angulorum, quos illæ lineæ cum horizonte efficiunt; & extremitatibus linearum adscribantur tangentes horum angulorum.

Nunc in omni casu ubi datur æquilibrium, pondera Q & Q sunt ut numeri in medio linearum, juxta quas fila protensa sunt; & pondus P ut summa numerorum extremitatibus ambarum harum linearum adscriptorum.

Experimentum 7.

Ad hoc Experimentum utimur Machinâ n. 143. Tab. VII. fig. 7. Corpus M plano inclinato AB impositum, sustine- 206.
tur potentia trahente per MS; concipiatur linea MR, ad ho- TAB. XIV. fig. 6.
rizontem perpendicularis, & ASR ad plani superficiem normalis, in omni casu ubi pondus M est ad pondus corporis M ut MS ad MR, corpus quiescit.*

Pondere suo corpus M trahitur per directionem RM, plano inclinato sustinetur per directionem ad planum perpendicularem, & ita hoc Experimentum reducitur ad propositionem n. 196.

Experimentum 8.

Vectis ACB brachia sunt æqualia, & angulum formant, ita ut 207.
si AC continuetur versus D, & BD ad CD perpendicularis du- TAB. XIV.
catur, DC sit dimidia pars ipsius BC aut CA. Appenso in A pon- fig. 7.
dere p unius libræ, & in B pondere P duarum librarum, positoque brachio CA in situ horizontali, datur æquilibrium*; quia * 109.
pon-

pondus P agit quasi in vecte recto in puncto D esset suspensum.

TAB. XIV. fig. 8. Mutentur pondera, & majus suspendatur in A, minus vero imponatur brachio B C in B; si plano verticali illius casus impediatur, dabitur iterum æquilibrium.

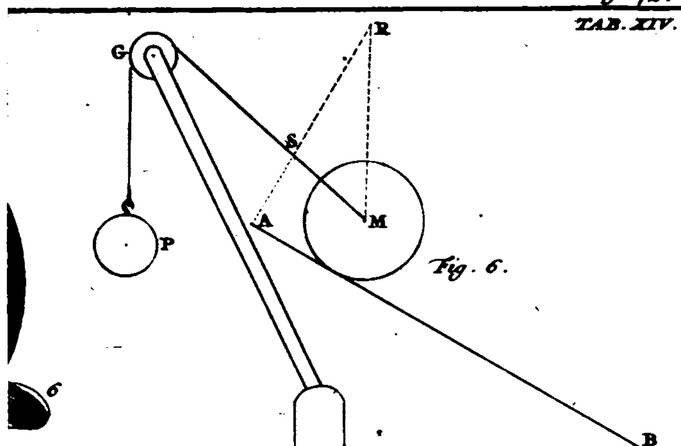
Brachia vectis sunt æqualia, & æqualiter motu vectis moventur: vi ergo ponderis P pondus *p* quasi trahitur versus E, in directione ad brachium B C perpendiculari; Ex actione plani verticalis premitur corpus illud horizontaliter; & tandem vi gravitatis verticaliter pellitur. Tribus ergo potentiis trahitur pondus *p*, quæ sunt inter se ut latera trianguli B E D *; Vis ergo tendens terram versus, (pondus *p*
* 196. ad vim trahentem versus E (pondus P) ut B D ad B E, aut D C ad C B, seu C A; id est, ut unum ad duo; quæ etiam est ratio inter pondera *p* & P. Et hic ergo ratio Experimenti ex sæpius memorato n. 196. deducitur; ad quem omnes alii casus potentiarum obliquarum, quæ excogitari possunt, etiam pertinent.

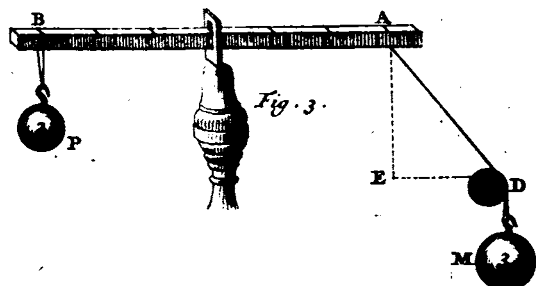
CAPUT XXIV.

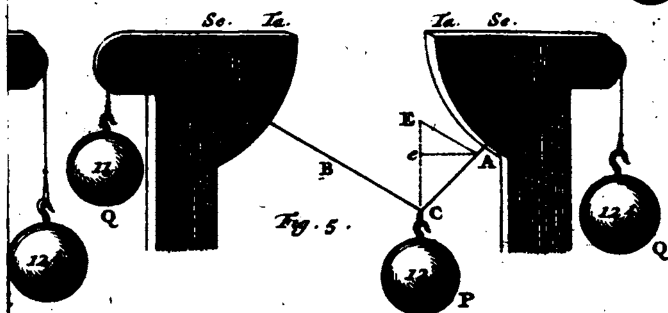
De Projectione Gravium.

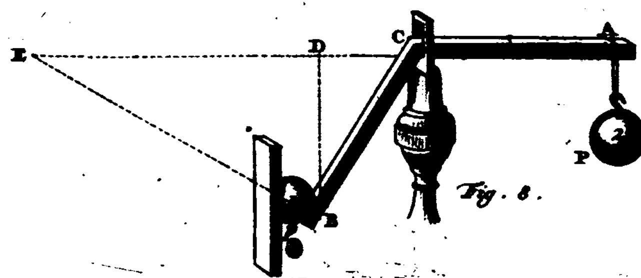
Corpus duabus impressionibus motum, movetur motu
208. ex ambabus composito *; *si corpus projiciatur* per
* 190. TAB. XV. fig. 1. A B, in tempore in quo potest percurrere A B, vi gravitatis fertur versus terræ centrum per B F, & ita, motu composito ex istis duobus, movetur per A F; & illo motu secundo momento percurreret F C, ipsi A F æqualem, nisi secundo momento eadem vi gravitatis latum foret per C G, ita ut motus in secundo momento sit per F G; eodem modo, motus tertii momenti est per G H, & quarti momenti per H I; cum vero vis gravitatis continuo agat, illa temporis momenta minima sunt ponenda, & sic ubique dabitur motus aliter compositus, id est, directionis inflexio; in eo casu ergo corpus *movetur in linea curva.*

209. Hic *motus corporis ex projectione* magis simpliciter considerari potest in omnibus projectionibus, quæ a nobis fieri possunt; quia omnes lineæ, quæ ad terræ centrum tendunt,


G
R
S
M
A
P
Fig. 6.
B


B
A
Fig. 3.
P
E
D
M


Se. Ta.
Ta. Se.
E
e
A
B
C
Q
Fig. 5.
P
Q


E
D
C
A
P
Fig. 8.
B

dunt, pro parallelis haberi possunt; & directio ex illo motu semper est eadem; unde motus ex projectione *ex duobus* tantum *motibus constat, primo æquabili per lineam projectionis, secundo terram versus accelerato* *.

Projicitur corpus per lineam AD, horizonti parallelam; temporibus æqualibus, ex illo motu, percurret partes æquales AB, BC, CD: Ex gravitate fertur motu ad horizontem perpendiculari, directione BF, CG, aut DH, quæ hic parallelæ ponuntur; motus hic est acceleratus, & ideo si post primum momentum corpus sit in F, post secundum erit in G, post tertium in H, ita quidem ut posito BF unum, CG erit quatuor, & DH novem *. Corpus percurret curvam * 131.
transeuntem per omnia puncta, quæ eodem modo ac F,G,H, determinari possunt, vocaturque *Parabola*.

Machina, qua hæc propositio ad Experimentum revocatur, constat ex tribus partibus, quarum constructio ex figura satis patet. A*h* est altitudinis sex pollicum; DE est exacte ejusdem altitudinis; longitudo *h*H est duodecim pollicum, posito puncto H, ad distantiam unius pollicis ab extremitate cavitatis in qua punctum hocce ponitur. 210. TAB. XV. fig. 3.

Circulariter, aut juxta aliam curvam quamcunque, excavatur EA; & lamina ferri, stanno illiti, & admodum politi, obtegitur; ut globus æneus libere juxta illam curvam devolvi possit; in qua devolutione observandum, ut curvæ directio in A sit horizontalis.

Dividitur A*h* in novem partes æquales, quarum A*f* una est, A*g* quatuor.

Quando huic primæ parti Machinæ conjungitur secunda B, pertingit hæc ad *g*, & *g*G est octo pollicum: si huic superimponatur pars tertia C, pertingit hæc ultima ad *f*, & *f*F est quatuor pollicum. TAB. XV. fig 4.

Diameter globi P, qui in Experimentis dimittitur juxta curvam EA, est circiter semi-pollicis; nec minori globo, aut Machina, quam quæ hic describitur, majori utendum: quo enim corpora sunt minora & motus celeriores, eo etiam magis, servata proportione, motus per aëris resistentiam retardatur; ut suo loco dicetur.

K Quan-

Quando globus P ab E dimittitur, devolvendo per curvam EA certam acquirit velocitatem, quæ in repetitis devolutionibus semper est eadem; eaque cum celeritate, & directione horizontali, motum continuat.

EXPERIMENTUM.

Junctis tribus Machinæ partibus, ut in fig. 4., dimittatur globus P ab E, impinget in F. Sublata parte minori C, iterum dimittatur globus, impinget in G. Sublata tandem parte B, & globo dimisso, impingit in H.

Si argilla mollis detur in H & G, punctum impactus exactissime notatur; in puncto F, propter directionem motus nimium obliquam, hæc methodus locum non habet; sed repetitis Experimentis, solo visu, punctum hocce satis determinatur.

211. TAB. XV. fig. 5. Propositio n. 134. hac Machina Experimento confirmatur; nam, ut statim dictum, globus devolvens per EA impingit in H.

Devolvendo per EA acquirit celeritatem, quam cadendo per ED potuisset acquirere *; ea cum celeritate, ex puncto A, horizontaliter projicitur, & æquabiliter secundum illam directionem movetur per *b*H, dum cadendo percurrit A*b*, ipsi ED æqualem; *b*H vero est ipsius A*b* aut ED dupla.

* 150.

212. Quæ de curva a corpore horizontaliter projecto dicta sunt, etiam pertinent ad projectionem quamcumque.

Projiciatur corpus per AE, & sint AB, BC, CD, DE, æquales; corpus percurret curvam AFGHI, ita ut BF, CG, DH, EI sint inter se, ut 1. 4. 9. & 16.; in quo casu etiam curva *Parabola* vocatur.

DEFINITIO.

213. Ducatur AI horizontalis, & curva statim memorata secet illam in I; AI vocatur *amplitudo* jactus.

Motus corporum, quæ eadem celeritate projiciuntur, cum directionibus diverse inclinatis, possunt inter se comparari.

Sit AL altitudo ad quam corpus, cum celeritate quacumque in altum projectum, adscendere potest eadem cum celeritate: projiciatur corpus per AB, secans in B semi-circulum diametro

AL.

AL descriptum; designet AB hanc celeritatem, & sit MB horizonti parallela. Motus per AB potest resolvi in duos alios*, primum secundum MB horizontalem, & secundum per AM verticalem; hacque sola secunda impressione corpus adscendit: altitudo ergo, ad quam in hoc casu corpus adscendit, est ad altitudinem ad quam celeritate AB adscenderet, ut AM quadratum ad AB quadratum*, id est, ut AM ad AL; hæc vero est altitudo ad quam corpus adscendit celeritate cum qua projectio facta est; ergo & AM est altitudo maxima ad quam in hac projectione corpus pervenit. Tempore adscensus per AM, motu uniformi, eadem celeritate cum qua per AM movetur, duplum spatium corpus potest percurrere; ergo etiam in eo tempore, motu horizontali, percurret spatium duplum lineæ MB; cumque tempus casus est æquale tempori adscensus*, amplitudo AB est quadruplum ejusdem lineæ MB. Hæc vero demonstratio, quæcumque sit inclinatio directionis AB, procedit. Unde deducimus

* 192.
* 138.
* 136.

1. *Amplitudinem esse maximam, manente eadem celeritate, quando angulus projectionis est semirectus.* Tunc enim linea mb est omnium maxima, quia est radius semi-circuli. 214.

2. *Hoc casu excepto, dantur semper duæ inclinationes, per quas amplitudo est eadem*; nam si per B ducatur B*b* parallela AL, secans semi-circulum in *b*, & *mb* horizonti parallela; hæc linea erit æqualis ipsi MB; ergo amplitudo jactus per A*b* est etiam AI. In parte 2. libri sequentis hæc omnia Experimentis confirmabuntur.

Si celeritas mutetur, & corpus secundum eandem directionem projiciatur, amplitudo mutatur, in eadem ratione cum diametro AE; id est, *amplitudines, manente eadem directione, sunt* ut altitudines ad quas corpora, iisdem celeritatibus, in altum projecta, adscendere possunt; sunt ergo ut *quadrata celeritatum**. 215.

* 138.

CAPUT XXV.

De Viribus Centralibus.

* 124. CORpus in motu, motum in linea recta continuat *, & ab ea non recedit, nisi impulsu novo agitetur; post impulsum motus est compositus, ex duobus nascitur tertius
* 190. etiam in linea recta *. Si ergo corpus movetur in curva; omnibus momentis novo impulsu agitatur; curva enim ad rectas lineas revocari non potest, nisi concipiatur divisa in partes infinite parvas. Exemplum talis motus habemus in
* 208. projectione gravium *; aliud habemus in omnibus motibus circa punctum quasi centrum.

216. *Corpus quod continuo versus centrum aliquod pellitur, si projiciatur secundum lineam quæ per illud centrum non tran-*
217. *sit, curvam describit: & in omnibus punctis conatur ab illâ curva recedere secundum directionem* curvaturæ, id est, *tangentis ad curvam*; ita ut si vis illa subito ab actione cessaret; corpus in recta linea per tangentem illam motum continuaret.

Lapis fundæ impositus, & in gyrum agitatus; curvam describit, quia funda versus manum omnibus momentis quasi retrotrahitur; si sibi relinquatur per curvæ tangentem recedit.

DEFINITIO I.

218. *Vis qua corpus in casu prædicto a centro recedere conatur*, qualis est vis qua funda agitata distenditur, *vocatur* vis centrifuga.

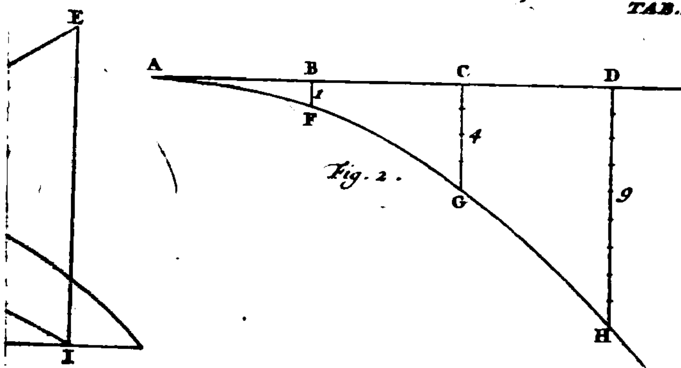
DEFINITIO 2.

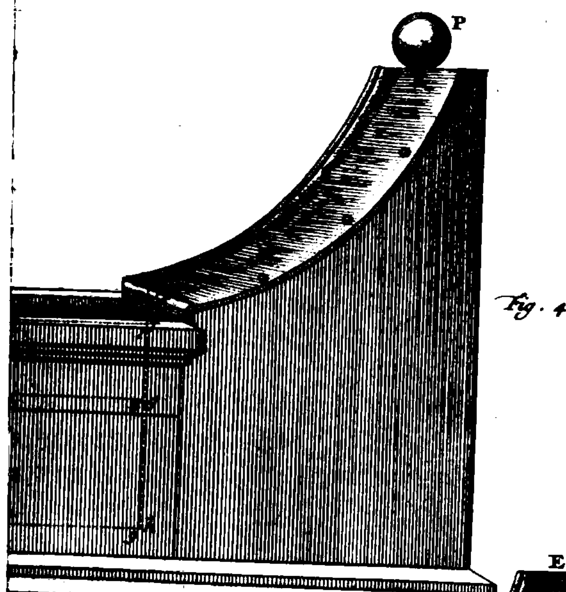
219. *Vis* autem *qua corpus versus illud centrum trahitur aut pellitur*, *vocatur* vis centripeta.

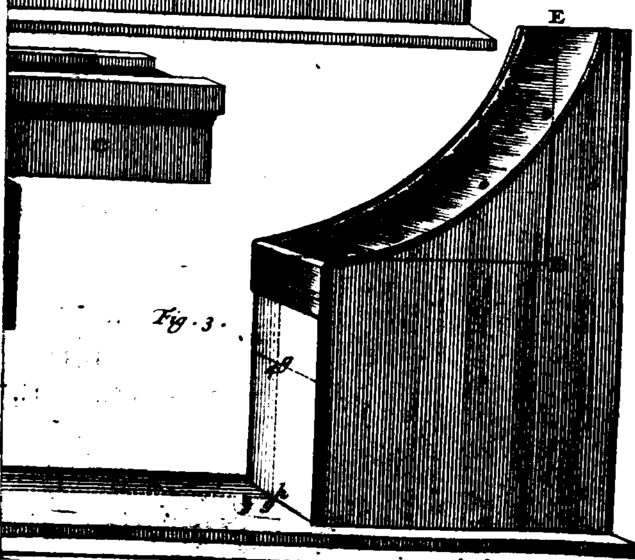
DEFINITIO 3.

220. Nomine communi istæ vires vocantur *vires centrales*.

221. *In omni casu vis centrifuga & vis centripeta sunt æquales inter se*; nam agunt contrarie & sese mutuo destruunt. Funda agitata æqualiter versus utramque partem distenditur *,


E
A
B
C
D
1
F
4
Fig. 2.
G
9
H
I


P
Fig. 4


E
Fig. 3.

tur *, & lapis ea cum vi a manu conatur recedere, cum qua retinetur; id est, versus manum trahitur. * 126.

Virium centralium maximus usus est in Philosophia Naturali; Planetæ omnes in gyros moventur, & plerique, si non omnes, circa axes rotantur.

Propositiones præcipuas circa hasce vires seligam & explicabo, illasque Experimentis confirmabo; præmittenda vero est Machinarum descriptio, quibus hæc Experimenta peraguntur.

A est orbis ligneus diametri circiter duorum pedum cum semisse; illius sectio verticalis datur in Fig. 2., in qua *a a* ipsius orbis sectionem repræsentat, *g h* sectionem sustentaculi tornati; orbi perpendiculariter in centro adjuncti; constat hoc ex duabus partibus separatis in D, quæ junguntur quatuor cylindris ferreis tenuibus, quorum extremitates annulis ex eodem metallo cohærent. 222. TAB. XVI. fig. 1. & 2.

Pars superior sustentaculi sulco circumdatur *c c*; & cylindrice excavatur in *f g*, cujus foraminis diameter est trium partium quartarum unius pollicis.

Totius Machinæ pes datur in C, est solidissimus: ab una parte ei applicatur orbis A, cujus sustentaculum liberrime trajicit foramen, in quadro superiori pedis C; huic firmiter connectitur caput ligneum F. (Fig. 3.), ita ut foramen in capite cum foramine in quadro congruat.

Orbis cum sustentaculo sustinetur ligno ED, in quo datur lamina ferrea, cui cuspis æneus *h* inseritur. Ad eam altitudinem cum pede Machinæ lignum hocce conjungitur, ut sulcus *c c* caput memoratum vix excedat. Hujus superficiei superiori applicantur & sulco inseruntur laminæ ferreæ R, R, (Fig. 3.), quæ cum capite firmiter connectuntur quatuor cochleis ut *s s*.

Hisce ita dispositis, liberrime circa centrum horizontaliter orbis movetur, & ut commode circumvolvatur, ei additur, inter orbem & sulcum *c c*, rota minor, cujus sectio videtur in *b b*; in eo loco sustentaculum est polygonum, & congruit cum foramine in ipsâ rota, quæ per cochleas *e l*, *e l*, firmatur. Tres tales rotæ minores requiruntur, quarum periferiæ, in fundo sulci quo circumdantur, sunt inter

se ut unum, duo, tria; rotæ omnium minimæ diameter est circiter quinque pollicum.

Orbis B, priori similis, eodem modo, in parte opposita pedis C circa centrum rotatur. Parva tamen inter ambos datur differentia; hujus orbis sustentaculi pars inferior etiam est perforata, ut *ib* (Fig. 4.); commode nihilominus circumvolvitur, in *b* applicatur lamina metallica perforata, cui inseritur tubus inhærens laminæ aliæ M, cujus sectio verticalis videtur in L, & quæ in ligno ED pedis C hæret in *m*. Perforatur etiam lignum ED, in loco respondenti foramini sustentaculi, ita ut filum a superficie orbis per totum sustentaculum & lignum ED trajiciatur.

Rota ut *bb*, quæ huic orbi B additur, cum eo cohæret, & est æqualis minimæ illarum quæ orbi A separatim annectuntur.

Orbes A & B, aut conjunctim, aut separatim, celeriter circumvolvuntur, ope rotæ majoris & verticalis Q: ad illud adhibetur Machina Fig. 5.; constat ex plano ligneo, cui perpendiculariter inhæret parallelopipedum, in cujus superficie superiori extremitatibus verticaliter inseruntur trochleæ *v*, *v*, & a latere in extremitate altera datur trochlea tertia horizontalis *t*. Superficies hæc superior, quando Machina pedi C applicatur, est in eodem plano horizontali cum rotis minoribus orbibus conjunctis.

Sit Orbis B solus circumvolvendus; Machina Fig. 5. pedi C connectitur, ope duarum cochlearum transeuntium per foramina ut *x*, in plano inferiori Machinæ, quæ disponitur ut illius superficies superior, erga rotam minorem Orbi adhærentem, situm habeat, qui in Fig. 6. videtur, in qua *b* rotam illam minorem designat: funis circumit rotam majorem Q, & ab inferiori hujus parte tendit a *d* versus *v*, circumdatur rotæ *b*, & juxta trochleam *t*, versus *c*, ad partem superiorem rotæ Q pervenit.

In Fig. 7. situs Machinæ Fig. 5. repræsentatur, quando ambo Orbes simul circumrotandi sunt; funis dispositio ex inspectione figuræ liquet, ab *v* tendit versus *d*, ad rotæ majoris Q partem inferiorem.

In

In multis Experimentis ulterius requiruntur pyxides oblongæ IF, IF, quæ orbibus imponuntur, & cochleis ibi firmantur; in unaquaque centrum Orbis cum medio pyxidis congruit, & ibi datur foramen æquale foramini *g f* (Fig. 2.), & huic respondens, illi inseritur cylindrus ligneus N (Fig. 2.), ut videtur in G, G; hunc trajicit, & in eo hæret, tubulus vitreus, diametri circiter quartæ partis unius pollicis, cujus extremitates per lampadis flammam fusæ angustum in medio foramen habent; ita ut per tubum filum, aut funis tenuis, sine attritu sensibili, moveatur.

Pyxis Globum continet, filo cohærens, quod per tubum memoratum immittitur, & in separatione D sustentaculi Orbis cum pondere O (Fig. 7.) connectitur, ope cochleæ. Pondus parti inferiori sustentaculi imponitur, & recessu Globi a centro elevatur.

Pondus hocce est Orbis plumbeus, diametri circiter duorum pollicum; in centro perpendiculariter ei inhæret cylindrus æneus, cujus extremitas superior ad filum recipiendum in duas partes separatur, quæ ope cochleæ conjunguntur; ponderat Orbis cum cylindro semi-libram, duo talia pondera dantur.

Dantur varia alia pondera, quædam semi-libræ, alia quadrantis, quorum figura datur in P (Fig. 7.), & quæ prædicto ponderi O superimponuntur, ut sic ad libitum pondus cum Globo conjunctum variari possit.

Quando corpus plano impositum, cum isto plano, æquali in 223.
tempore, circa commune centrum revolvitur, & circulum describit; si vis centripeta, qua corpus, omnibus momentis, versus centrum trahitur aut pellitur, agere cesset, & planum eadem celeritate movere continuet; corpus a centro recedere incipit, respectu plani, per lineam quæ per centrum transit.

EXPERIMENTUM I.

Detur Globus funi tenui cohærens, extremitasque altera fixa sit in centro Orbis unius A aut B, & solus circumvolvatur, donec Globus ei impositus eodem tempore cum illo circumrotetur; respectu Orbis quiescit Globus, & in eo situ,

solo fune centro Orbis alligato, retinetur; nullam ergo impressionem in illo plano patitur, nisi qua funis distenditur, id est, cujus directio per centrum Orbis transit; & sic, si sibi relinquatur, non potest in illo plano, in primo momento, secundum aliam directionem moveri.

224. *Quando corpus circa centrum movetur, si inter movendum magis ad centrum accedat, acceleratur illius motus; retardatur contra, si a centro recedat.*

EXPERIMENTUM 2.

Orbi B cohæret pyxis F I, per cujus centrum Orbi inseritur cylindrus G, cum suo tubo vitreo, ut in descriptione Machinæ dictum.

Globus L filo alligatus, pyxidi imponitur; filum transmittitur per tubum statim memoratum, ut & per integrum Orbis sustentaculum, & infra lignum E D pervenit; manu extremitas fili retinetur.

Orbis circumrotatur; in illo motu lateri uni pyxidis Globus se applicat, & circumfertur, ita ut æquali celeritate cum pyxide moveatur. Trahatur filum ut Globus magis ad centrum accedat, statim in latus oppositum pyxidis impinget, quia celerius quam ipsa pyxis movetur. Nunc si manus admoveatur, Globus a centro recedit, & in latus primum pyxidis impingit, quia tardius quam pyxis movetur.

Hæc acceleratio in accessu corporis ad centrum, & retardatio ex recessu, a Geometris determinatur; moveatur

TAB. XVI. fig. 11. ex. gr. corpus, quod fertur versus centrum C, in curva AE, celerius movetur in E, tardius in A: ducantur lineæ AC, BC, & EC, DC, ita ut areæ ABC & DEC sint æquales inter se, portiones curvæ AB, DE, in temporibus æqualibus, a corpo-

225. re describuntur; & ideo, *corpus, quod vi versus centrum tendens in curva retinetur*, dicitur *describere areas circa illud centrum temporibus proportionales.*

226. Hujus propositionis inversa etiam demonstratur, *corpus quod movetur in linea aliqua curva in plano, & describit areas circa punctum quoddam temporibus proportionales, a recta linea detorqueri & urgeri vi tendente ad idem punctum.*

Quo

Quo major est quantitas materiæ in aliquo corpore, eo major est illius vis centrifuga; quod oritur ex majori motus quantitate. 227.

Si liquida variæ densitatis in spatio determinato includantur, ita ut graviora a centro non possint recedere, quin leviora ad illud accedant, & disposita sint ut pondere suo graviora ad centrum accedant, in motu circa illud centrum leviora versus hoc feruntur, & graviora centrum fugiunt. 228.

Si solidum cum liquido spatio determinato includatur, idem dicendum ac de duobus liquidis; si liquido levius fuerit ad centrum accedit, si gravius ab eo recedit. Quæ omnia oriuntur ex majori vi centrifuga in graviori corpore.

EXPERIMENTUM 3.

Quatuor tubi vitrei, diametri circiter unius pollicis, & longitudinis unius pedis, plano inclinato firmiter alligantur, hermetice ab utraque parte clausi. In primo datur mercurius cum aqua; in secundo oleum tartari per diliquium cum spiritu vini; in tertio aqua cum globo plumbeo; in quarto tandem aqua cum frusto suberis; omnes pro dimidia parte vacui relinquuntur. TAB. XVI. fig. 8.

Planum hocce inclinatum Orbi A aut B imponitur, ita ut pars inferior plani fere ad Orbis centrum pertingat; & ope duarum cochlearum, quarum una transit per x (Fig. 8.), Orbi annectitur. Circumvolvatur Orbis, statim pars inferior tuborum vacua remanebit, & corpora graviora locum a centro maxime remotum occupabunt; suber descendit & hæret in inferiori aquæ parte, dum globus plumbeus ad extremitatem usque tubi adscendit. TAB. XVI. fig. 1.

Vires centrales non modo respectu quantitatis materiæ differunt, sed etiam distantia a centro mutationem affert, ut & celeritas cum qua circumvolvitur corpus; præter hæc nihil in istis viribus datur ex quo differentia inter illas oriri possit, & in comparandis istis viribus hæc sola consideranda sunt. 229.

DEFINITIO 4.

Tempus periodicum, *est tempus in quo corpus circa centrum revolvens integram revolutionem peragit*; id est, si 230.

curvam describat quæ in se redit, tempus elapsum inter recessum a puncto & accessum ad idem punctum: si curva in se non redeat, pro puncto linea per centrum transiens sumenda est.

Tempus periodicum pendet a corporis celeritate, & ideo in comparandis viribus centralibus tempus hocce loco celeritatis considerari potest.

231. *Quando tempora periodica sunt æqualia, & distantiæ æquales a centro, vires centrales sunt ut quantitates materiæ in corporibus quæ revolvuntur.*

EXPERIMENTUM 4.

TAB. XVI. fig. 1. Applicatur Orbi A, rota omnium minima, ex tribus rotis ut *b b*, de quibus in descriptione Machinæ; ita ut si ambo Orbes A & B simul agitentur motu rotæ Q in tempore æquali circumvolvantur; singulis applicantur pyxides oblongæ I F, I F; & cylindri cum tubulis vitreis G, G, per foramina in medio pyxidum, sustentaculis Orbium inseruntur.

Globus L ponderis semi-libræ pyxidi Orbis B imponitur, & globus L ponderis unius libræ pyxidi Orbis A; filis per tubulos G, G, transeuntibus globi connectuntur; fila hæc ponderibus, in separationibus sustentaculorum Orbium positis, annectuntur; ita ut distantiæ globorum a centro, quando fila extenduntur, & non elevantur pondera, sint æquales; nunc sit pondus in separatione sustentaculi Orbis A unius libræ, in separatione sustentaculi Orbis B semi-libræ; aut sit hoc unius libræ, & illud duarum librarum.

Moveatur rota Q celerius atque celerius, donec globorum vi centrifuga pondera statim memorata eleventur; ambo eodem exacte temporis momento in altum ferentur. Pondera ergo quæ sunt ut corpora, cæteris paribus, vi centrifuga superantur.

232. *Quando quantitates materiæ in corporibus circumrotatis sunt æquales, & tempora periodica æqualia, vires centrales sunt ut distantiæ a centro.*

EXPERIMENTUM 5.

TAB. XVI. fig. 1. Hocce Experimentum eodem modo ac præcedens peragitur; pro globo semi-libræ, pyxidi Orbis B globus alteri æqua-

æqualis, id eſt, unius libræ, imponitur. Diſtantiæ globorum a centro ſint in quacunque ratione, ſi pondera cum quibus globi conjunguntur eandem inter ſe habeant proportionem, & rota Q motu continuo accelerato circumagatur, eodem exacte temporis momento pondera elevantur. Sit ex. gr. diſtantia globi ſuper Orbe A duodecim pollicum, & pondus ei annexum unius libræ cum ſemiſſe; diſtantia alterius globi ſit octo pollicum, & pondus annexum unius libræ; Experimentum procedet.

Quando tempora periodica ſunt æqualia, ſed diſtantiæ a 233.
centro & quantitates materiæ in corporibus revolventibus differunt, vires centrales ſunt in ratione compoſita, quantitatum materiæ, & diſtantiarum; quod ex duabus ultimis propoſitionibus ſequitur. Ad illam rationem compoſitam determinandam, quantitas materiæ in unoquoque corpore per ſuam diſtantiam a centro multiplicanda eſt, & producta quæſitam inter ſe rationem habent.

Experimentum 6.

Si in Experimento ultimo globus Orbi B impoſitus mutetur, & globus ſemi-libræ ad eandem diſtantiam octo pollicum a centro pyxidi imponatur, mutetur etiam pondus ei annexum, & pro una libra, ſemi-libra adhibeatur, Experimentum procedet, & pondera eodem tempore adſcendere incipient. Multiplicando globum ſemi-libræ per diſtantiam a centro octo pollicum, productum eſt quatuor; & multiplicando globum unius libræ per diſtantiam duodecim pollicum a centro, productum eſt duodecim, quæ producta ſunt inter ſe ut unum ad tria, id eſt, ut pondera ſemi-libræ, & unius libræ cum ſemiſſe, quæ in hoc Experimento ſimul elevantur.

Differentiæ virium centralium, ex differentia diſtantiarum a centro & quantitatibus materiæ oriundæ, ſeſe mutuo poſſunt compenſare; nam *poſitis quantitatibus materiæ* 234.
in corporibus circumactis in ratione inverſa diſtantiarum a centro, vires centrales erunt æquales; quantum vis una alteri major eſt reſpectu quantitatis materiæ, tantum hæc illam ſuperat propter majorem diſtantiam.

EXPERIMENTUM 7.

Sit globus semi-libræ ad distantiam a centro quatuordecim pollicum; globus unius libræ ad distantiam septem pollicum; cæteris manentibus ut in Experimento præcedenti, si pondera in sustentaculis Orbium fuerint æqualia, eodem momento adscendent.

235. Casus hujus propositionis exstat, *quando duo corpora filo juncta circa commune centrum gravitatis revolvuntur.* Distantiæ enim ab illo centro sunt in ratione inversa ponderum corporum *, & ergo vires centrales æquales. Vi qua corpus unum a centro conatur recedere, alterum ad centrum trahitur; & propter virium æqualitatem *sese mutuo retinent & motum continuant*; si circa aliud punctum revolvantur, motum non continuant, & corpus, cujus vis centrifuga præpollet, a centro recedit, & corpus aliud secum fert.

* 95, 90.

EXPERIMENTUM 8.

TAB. XVI. fig. 10.

Corpora duo inæqualia P & Q filo junguntur, & in hoc notatur punctum C, centrum commune gravitatis illorum corporum quando filum distenditur.

In hoc Experimento unicus adhibetur Orbis, ei imponitur pyxis oblonga ab utraque parte Orbem excedens, & cujus medium cum centro Orbis congruat. Pyxidi huic corpora statim memorata imponuntur, & filo quo junguntur manente extenso, punctum C puncto medio pyxidis admovetur. Circumrotatur Orbis, corpora cum pyxide circumferuntur, & in hac quieta manent. Removeatur punctum C a medio pyxidis, in circumvolutione corpora ambo ferentur ad illam pyxidis extremitatem cui punctum C magis accessit.

Differentia virium centralium ex differentia temporis periodici etiam determinatur.

236. *Quando quantitates materiæ in corporibus circumrotatis, & distantiæ a centro sunt æquales, vires centrales sunt in ratione inversa quadratorum temporum periodicorum*, id est, directe ut quadrata revolutionum eodem tempore peractarum.

Ex-

EXPERIMENTUM 9.

Orbi A applicatur rota ut *b b*, (Fig. 2.) cujus circumferentia est dupla circumferentiæ rotæ illius quæ cum Orbe B cohæret; ita ut B, quando Orbes simul moventur, bis revolvatur dum A semel, id est, hujus tempus periodicum est duplum temporis periodici illius. TAB. XVI. fig. 1.

In utraque pyxide IL, IL, globus unius libræ imponitur; ad distantias æquales a centro. In Orbe B conjungitur globus cum pondere duarum librarum in sustentaculo, & alter globus cum pondere semi-libræ in sustentaculo Orbis A. Circumrotantur Orbes, & pondera simul adscendunt. Pondera hic sunt ut 1. ad 4. dum tempora periodica ut 2. ad 1. quorum quadrata sunt reciproce ut 1. ad 4.

Quomodocunque inter se vires centrales differant, ex 237.
jam dictis inter se possunt comparari; nam *sunt semper in ratione composita, ex ratione quantitatum materiæ in corporibus revolventibus* *, *& ratione distantiarum a centro* *, * 231.
ut & ratione inversa quadratorum temporum periodicorum *. * 232. * 236
Multiplicando quantitatem materiæ in unoquoque corpore per suam distantiam a centro, & dividendo productum per quadratum temporis periodici, quotientes divisionum erunt in dicta ratione composita, id est, ut vires centrales.

EXPERIMENTUM 10.

Observatis iisdem quæ in Experimento præcedenti, detur globus semi-libræ, ad distantiam octo pollicum a centro Orbis B, & cum pondere unius libræ in sustentaculo conjungatur; globus alter sit unius libræ, ad distantiam duodecim pollicum a centro Orbis A, & conjungatur cum pondere dodrantis unius libræ; circumagantur Orbes, eodem momento pondera elevantur.

Corpora hic sunt ut $\frac{1}{2}$ ad 1.; distantiæ ut 8. ad 12.; quadrata temporum periodicorum ut 1. ad 4.; multiplicando $\frac{1}{2}$ per 8., & dividendo productum per 1., quotiens est 4.; multiplicando 1. per 12., & dividendo productum per 4., quotiens divisionis est 3. Vires ergo centrales sunt inter se ut 4. ad 3., quam rationem pondera in sustentaculis etiam inter se habent.

238. *Quando quantitates materiæ sunt æquales, distantiæ ipsæ per quadrata temporum periodicorum dividuntur, ad determinandam proportionem inter vires centrales.*

239. In eo casu *si quadrata temporum periodicorum fuerint inter se ut cubi distantiarum*, quotientes divisionum *erunt in ratione inversa quadratorum distantiarum*; & in ea ratione etiam *vires centrales*.

EXPERIMENTUM II.

Sint ut in duobus ultimo descriptis Experimentis tempora periodica Orbis B & A, ut 1. ad 2.; dentur globi æquales, & distantia a centro in Orbe B sit decem pollicum, alterius globi distantia a centro sit sedecim pollicum, pondus primo annexum sit unius libræ cum quadrante, & pondus in sustentaculo alterius Orbis A sit semi-libræ; in rotatione Orbium pondera eodem momento adscendunt.

In hocce Experimento vires centrales sunt ut 5. ad. 2. quod
* 238. etiam computatione detegitur*. Hæc ratio paululum admodum differt a ratione inversa quadratorum distantiarum, quæ sunt inter se ut 200. ad 512.: cubi etiam distantiarum sunt fere ut quadrata temporum periodicorum; hæc sunt ut 1. ad 4., illi ut 125. ad 512. quæ rationes non admodum differunt. Aliis adhibitis numeris hæ rationes exacte eædem erunt, & Experimentum eodem modo procedet; sed non commode tempora periodica, aut pondera, secundum quamlibet rationem variari possunt.

240. Quando vis, qua corpus versus punctum fertur, non ubique est eadem, sed cum distantia a centro crescit, aut minuitur, secundum certam proportionem, variæ inde oriuntur curvæ.

241. Si vis decrescat, in ratione inversa quadratorum distantiarum ab illo puncto, describet corpus *Ellypsin*, curvam ovalem in qua duo dantur puncta quæ foci vocantur, & punctum versus quod vis dirigitur cum altero illorum coïncidit; ita ut in unaquaque revolutione semel ad hoc accedat corpus, & iterum ab hoc recedat. Circulus ad illud genus curvarum pertinet, & sic in hoc casu corpus etiam circulum potest describere: possunt etiam, posita majori celeritate in

cor-

corpore, ab eo duæ reliquæ sectiones conicæ *Parabola* & *Hyperbola* describi, quæ curvæ in se non redeunt.

Contra si vis crescat cum distantia, & quidem in ratione ipsius distantiæ, iterum corpus *Ellypsin* describit; sed punctum, ad quod vis dirigitur, est Ellypseos centrum, & corpus in unaquaque revolutione bis accedit ad illud punctum, & iterum ab illo recedit. Potest etiam & hic corpus in circulo moveri ex ratione statim memorata. 242.

EXPERIMENTUM 12.

Longiori filo suspendatur globus plumbeus; si a puncto in quo quiescit retrahatur, gravitate sua semper versus hoc fertur; & ab omni parte, si distantia fuerit æqualis, æquali cum vi. In motu suo a puncto memorato globus circulum describit, versus partem quamcunque retrahatur: si portiones circuli non fuerint admodum magnæ, cum *cycloïde* coïncidunt, & vis cum qua globus, in quocumque puncto, fertur versus punctum infimum, est ut illius distantia ab hocce puncto*; vis ergo illa crescit in ratione distantiæ. * 156.

Retrahatur globus a puncto infimo, & oblique projiciatur, figuram ovalem circa hocce punctum describet, quæ, quando globus per spatium magnum non excurrit, ab Ellypsi fere nihil differt, propter virium proportionem, & quia in eo casu ad sensum in eodem plano movetur globus.

Centrum Ellypsis est punctum in quo globus quando non projicitur quiescit, in unaquaque revolutione bis ad illud globus accedit, & bis ab illo recedit. Si supra mensam globus suspendatur ita ut fere mensam quando quiescit tangat, & punctum cui tunc respondet in mensa notetur, Experimentum multo fit magis sensibile; insequendo globum illius via cum creta in mensa notari potest.

Si proportio, in n. 241. & 242. memorata, virium quibus corpus versus punctum urgetur, paululum mutetur, non 243.
amplius corpus Ellypsin describet; sed curvam, quæ sæpe ad Ellypsin potest revocari, ponendo ipsum planum in quo corpus movetur aliquo motu agitatum, & sic ipsam Ellypsin mobilem.

Ex-

EXPERIMENTUM 13.

Iisdem positis ac in Experimento præcedenti, projiciatur globus ut ad distantiam majorem excurrat; curvam describit quæ ad ovalem mobilem referri potest; bis in unaquaque revolutione quidem accedit ad centrum, & bis ab eo recedit; sed situs punctorum, in quibus minime aut maxime distat, in singulis revolutionibus mutatur, & semper versus eandem partem hæc puncta feruntur, illorumque motus cum globi motu conspirat.

CAPUT XXVI.

De Legibus Elasticitatis.

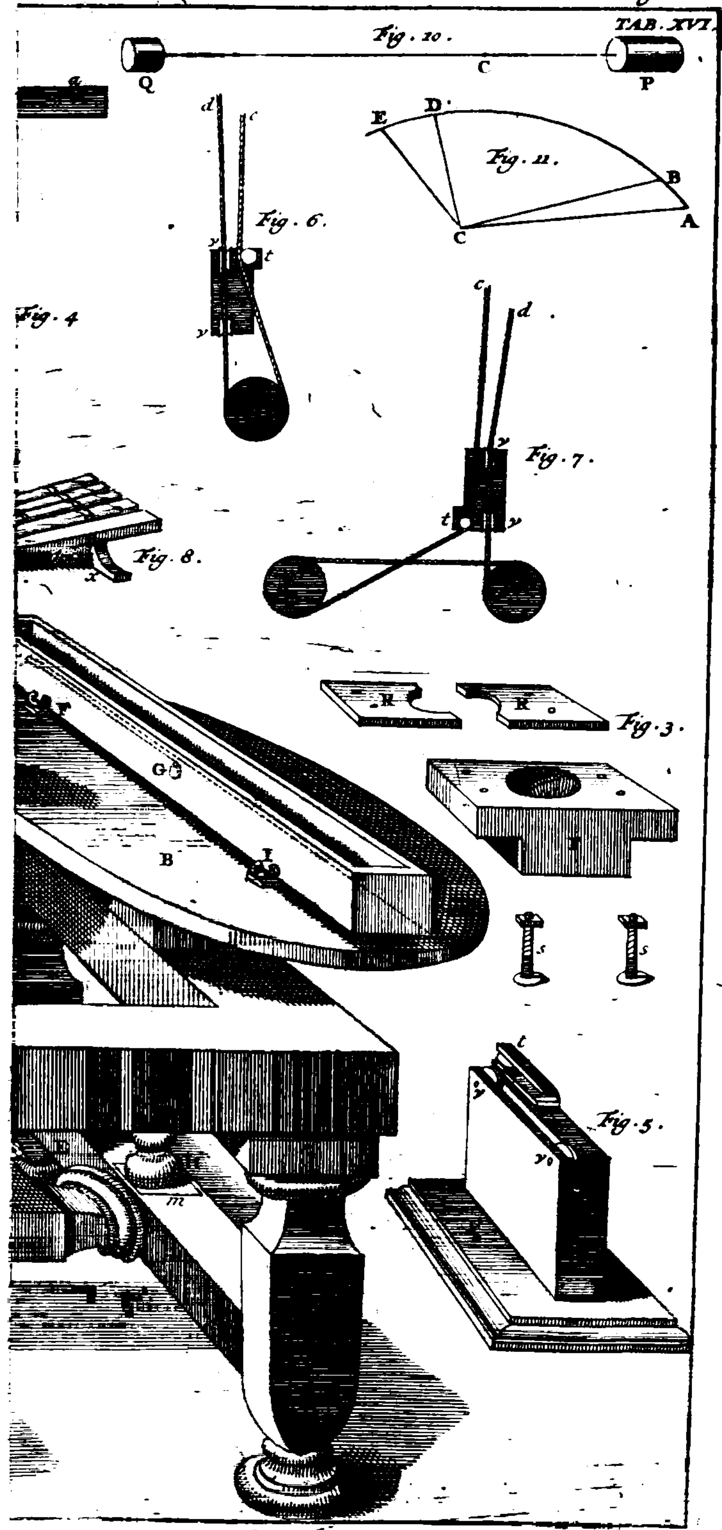
243. QUid sit *Elasticitas*, & unde oriatur, jam vidimus *; etiam quid ex eo in congressu corporum, sive directe, sive oblique, in se mutuo impingentium eveniat; superest ut ipsius *Elasticitatis leges* examinemus, illudque ex Phænomenis.

Omnia corpora, in quibus *Elasticitatem* observamus, constant ex filamentis tenuibus, aut saltem quasi ex talibus constantia considerari possunt; in hoc enim casu corpus in fila divisum concipi potest; illaque fila, ad se mutuo apposita, corpus constituere; ut ergo in casu omnium minime composito *Elasticitas* examinetur, chordæ considerandæ sunt, & quidem metallicæ; chordæ enim ex intestinis ovium spiram formant, & non ut fibræ, ex quibus corpora formantur, considerari queunt.

244. *Fibrarum Elasticitas in eo sita est, quod extendi possint, & sublata vi qua producuntur, iterum ad pristinam longitudinem redeant.*

245. *Fibræ nullam habent* Elasticitatem, *nisi certa cum vi tensæ sint*; ut patet ex chordis parum tensis, & quarum extremitates fixæ sunt; quæ si a situ paululum removeantur, ad illum non redeunt: quisnam vero sit gradus tensionis, in quo *Elasticitas* inchoetur, Experimentis nondum fuit determinatum.

Quan-


TAB. XVI.
Fig. 10.
Q
C
P
Fig. 11.
E
D
B
A
C
Fig. 6.
Fig. 4
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 3.
Fig. 5.
B
G
m

Quando nimia cum vi fibra tenditur, Elasticitatem *amittit*; & neque gradus hicce tensionis notus est; illud constat tensionem fibrarum, quæ *Elasticitatem* constituit, certis limitibus terminari. 246.

Ex hisce patet differentia corporum elasticorum & non elasticorum; quare corpus elasticum elasticitatem amittit, & quomodo elasticitate destitutum proprietatem illam acquirit. Lamina metallica, repetitis mallei ictibus, fit elastica, calefacta vim illam amittit. 247.

Inter limites tensionis, quibus elasticitas terminatur, pro vario tensionis gradu, vis diversa requiritur, ad chordam certa quantitate producendam; quænam hic proportio locum habeat Experimentis determinari debet, quæ, ut jam dictum, cum chordis metallicis instituenda sunt. Cum vero hæ chordæ vix sensibiliter producantur, directe productionum proportiones mensurari nequeunt; alia methodo hæ determinantur.

Sit chorda horizontalis AB, certa vi tensa; cujus extremitates in A & B fixæ sunt; pondere in medio chordæ appenso inflectatur chorda, ut situm ACB acquirat. TAB. XVII. fig. 1.

D E F I N I T I O.

Linea ut C*c a puncto medio chordæ post inflexionem, ad punctum medium in situ naturali, vocatur* chordæ sagitta. 248.

Sit *ce* circuli portio, centro B, & radio B*c*, descripti. Hac inflexione dimidia pars chordæ producta fuit quantitate C*e*, quæ quantitas cum sagitta C*c* certam relationem habet.

Pondus etiam, quo chorda inflectitur, certam cum vi, qua fibra producitur, id est, per BC trahitur, relationem habet; & ita comparando in variis Experimentis sagittas C*c*, & pondera quibus chordæ inflectuntur, productionum proportiones determinantur, ut ex sequentibus Experimentis patebit.

Machina, qua Experimenta illa peraguntur, est tabula lignea verticalis, longitudinis circiter trium pedum, altitudinis unius pedis. 249. TAB. XVII. fig. 2.

Regulæ ligneæ *mn*, *mn*, tabulæ cohærent, & iis sustinen-

tur duo Prismata H, H, ad formam cunei, quæ juxta illas regulas moventur, & ubique, ope cochlearum transeuntium per scissuras in tabula, firmantur.

Dantur inter A & B divisiones æquales, a medio tabulæ versus partem utramque, ad situm Prismatum determinandum.

In O datur sulcus, quo Machinæ a latere connectitur trochlea T, cujus figura datur in F, fig. 8. Tab. XIII.

Chorda, cum qua Experimenta fiunt, ab una parte annectitur extremitati regulæ *mn*, & ab alia parte circumit trochleam T; pondere P illam tendente, & Prismatibus H, H, in punctis, quæ a medio Machinæ æque distant, illam sustinentibus.

Medio Tabulæ inseritur lamina ænea *de*, in partes minimas divisa, juxta quas divisiones movetur lamina ænea *fg*, quæ chordæ appenditur, & in qua foramen datur per quod hæc immittitur; huic laminæ conjuncta est lanx L, quæ una cum lamina *fg* exacte est ponderis unius unciæ.

Longitudo chordæ in Experimentis determinatur per distantiam inter apices Prismatum H, H; nam in inflexionibus minimis per pondera in C appensa, circa quas solas Experimenta fiunt, chorda super Prismatibus non movetur, pondus P non elevatur, & pars ut AB sola inflexionibus istis producitur.

In chordæ inflexionibus sagittæ mensurantur per divisiones laminæ *ed*, nam extremitas *g* laminæ *gc* æqualiter semper cum puncto C, in chordæ inflexione, descendit.

EXPERIMENTUM I.

250. Sit pondus P duarum librarum, & inflectatur chorda in C pondere unius unciæ, id est, pondere lancis & laminæ *fg*, noteturque divisio in lamina *ed*, ad quam extremitas *g* laminæ *fg* descendit. Mutetur pondus P, & sit quatuor librarum, duplicandum etiam est pondus quo chorda inflectitur, ut descendat *g* ad eandem divisionem, & pondus hoc est duarum unciarum; tres unciæ ad eandem inflexionem requiruntur, quando pondus P est sex librarum.

251. Ex hoc Experimento sequitur, *pondus, quo certa quantita-*

titate producitur fibra, esse in variis gradibus tensionis fibræ, ut ipsa tensio; si dentur ex. gr. tres fibræ ejusdem generis, longitudinis, & crassitiei, quarum tensiones sunt ut 1. 2. & 3.; pondera quæcunque in eadem proportione æqualiter producunt illas fibras.

Ejusdem fibræ productiones minimæ sunt inter se quam proxime ut vires quibus fibræ producuntur. Detur ex. gr. fibra tensa pondere centum unciarum, si separatim producatur viribus unius unciæ, duarum unciarum, & trium unciarum, productiones erunt quam proxime ut unum, duo, & tria, id est, unaquæque uncia superaddita æqualiter producit fibram: nam tensiones ponderibus 100. 101. & 102. unciarum, quibus in singulis casibus, quando uncia superadditur, tenditur fibra, sensibiliter inter se non differunt. 252.

Hæc fibrarum proprietas ad inflexionem ipsarum applicari potest, & magni usus est. Inflectatur chorda A B, ita ut situs A *c* B, A *c* B, & A C B acquirat, ita tamen ut in maxima inflexione sagitta non sit quartæ partis unius pollicis, posita chordæ longitudine duorum pedum cum semisse; in istis casibus productiones chordæ sunt admodum parvæ, ergo in ratione virium, a quibus oriuntur *, & istas vires designant; denotet c D vim qua chorda non inflexa tenditur, & centro B describatur circulus D *d*; lineæ *dc*, *dc*, *d*C, quæ superant lineam c D, quantitate qua in singulis casibus fibra fuit producta, exprimunt vires integras, quibus in singulis casibus fibra tenditur. Sed hic arcus D*d* vix est unius gradus, & D semper a puncto c satis distat, quare D*d* pro linea recta ipsi c C parallela haberi potest, & lineæ *c d*, *c d*, C *d* in eadem sunt ratione cum lineis *c*B, *c*B, C B. Punctum ideo C versus B & A semper trahitur, viribus lineæ C B aut C A proportionalibus; & vis qua chorda inflectitur, cujus directio est per c C, est ut dupla sagitta *, aut ut ipsa sagitta. *In omnibus ergo chordæ cujuscunque inflexionibus minimis, sagitta crescit & minuitur in eadem ratione cum vi qua chorda inflectitur.* 253.

TAB. XVII. fig. 1.

* 252.

* 203.

EXPERIMENTUM 2.

Chorda A B, pondere quocunque tensa, inflectitur pon- TAB. XVII. fig. 2.

 de-

deribus unius unciæ, duarum, & trium unciarum, descensus puncti *g*, id est, ipsæ sagittæ, sunt inter se ut unum, duo, & tria.

254. *In chordis ejusdem generis, crassitiei, & æqualiter tensis, sed diversæ longitudinis, productiones, quæ ex superadditis æqualibus ponderibus oriuntur, sunt inter se ut chordarum longitudines.* Ex eo hoc patet, quod chorda in omnibus punctis sit æque tensa; productio ergo integræ chordæ est dupla productionis dimidiæ partis, aut chordæ dimidiæ longitudinis.

Quod ad inflexionem illarum chordarum attinet, sint
TAB. XVII. fig. 4. AB, *ab*, chordæ ejusdem generis & crassitiei, sed diversæ longitudinis, æque tensæ & ita inflexæ, ut ACB sit situs illius; *adb* hujus inflexio; & sint triangula BC*c* & *b*D*d* similia: *c*B est ad D*b*, id est, chordarum longitudines; ut CB ad *db*; chordæ ergo proportionaliter ad longitudines producuntur, & ideo viribus æqualibus, juxta directiones *bd*, *ad*,
* 254. BC, AC trahuntur *; propter similitudinem autem triangulorum statim memoratorum vires etiam juxta *c*C & D*d*
255. agentes sunt æquales inter se *, & *sagittæ c*C, D*d sunt ut*
* 203. *chordarum longitudines*; quod igitur, *cæteris paribus*, *in chordis inæqualibus & inflexis* semper obtinet.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XVII. fig. 2. Chorda AB pondere quocunque tenditur, positis Prismatibus H, H, ab utraque parte ad sextam divisionem; inflectatur pondere quocunque, ita ut sagitta sit sex divisionum laminæ *ed*. Mutentur Prismata & ad quartam tabulæ divisionem ab utraque parte ponantur, sagitta erit quatuor divisionum laminæ, & sic pro quocunque situ Prismatum.

Fibræ ejusdem generis, sed diversæ crassitiei, inter se comparantur; possunt considerari quasi formatæ ex multis fibris tenuissimis ejusdem crassitiei, quarum numerus in fibris memoratis erit in ratione soliditatis harum fibrarum, id est, ut quadrata diametrorum, aut ut pondera quando fibræ sunt æquales. Viribus ergo in eadem ratione quadratorum diametrorum, hæ fibræ æqualiter tenduntur; quæ etiam ratio inter vires, quibus chordæ inflectuntur, requiritur, ut sagittæ datis fibris æqualibus sint æquales. Sed minuendo in eadem ratione vim, qua fibra tenditur; cum vi, qua infle-

cti-

ctitur, sagitta non mutatur *; *positis* igitur *viribus, quibus fibræ tenduntur, æqualibus, si æqualibus viribus inflectantur*, etiam in eo casu *sagittæ erunt æquales, quæcunque fuerit crassitiei diversitas*. * 250. 256.

EXPERIMENTUM 4.

Dentur chordæ quæcunque ejusdem generis, & inæqualis crassitiei; separatim applicentur Machinæ, relictis Prismatibus H, H, si eodem pondere P tendantur, & etiam eodem pondere L inflectantur, sagittæ erunt æquales. TAB. XVII. fig. 2.

Si chorda utcunque tensa AB *inflectatur*, ut figuram ACB acquirat, & *sibi relinquatur*, ex elasticitate ad primam figuram redit, & in eo casu motus puncti C est acceleratus; nam in situ ACB chordæ, punctum C movetur, cum vi qua in illo situ retineri potest; motus hicce non destruitur, & ei superadditur, in omnibus punctis sagittæ, vis qua punctum C in illis retineri posset; celeritas omnium maxima est in *c*, & ea punctum C ulterius fertur, deinde redit, *variasque vibrationes peragit*, in quibus punctum C nisi parva spatia non excurrit; qua de causa vis, qua in omnibus distantiis a *c* agitatur punctum C, est ut hæc distantia *. Congruit ergo motus hiece cum motu corporis in cycloïde vibrantis, & *vibrationes licet inæquales sunt æque diuturnæ* *. TAB. XVII. fig. 1. 257. * 253. * 155.

258. *Positis duabus chordis similibus & æqualibus, sed inæqualiter tensis*, vires inæquales requiruntur ut æqualiter inflectantur; ergo vibrationes temporibus inæqualibus peragunt.

Motus illorum conferri possunt cum motibus pendulorum in cycloïdibus vibrantium *, & similes cycloïdes, viribus diversis, describentium; quæ vires sunt inverse ut quadrata temporum vibrationum *: in chordis ergo etiam *quadrata temporum vibrationum sunt inter se inverse*, ut vires quibus æqualiter inflectuntur; quæ sunt *ut pondera quibus chordæ tenduntur* *. * 257. * 165. * 250.

259. *Quando chordæ sunt similes, æque tensæ, sed diversæ longitudinis*, motus illarum alia methodo cum motu pendulorum conferri debet; nam cum agatur de tempore vibrationum, celeritates cum quibus chordæ moventur considerari debent; & in chordis ACB, a d b, quarum sagittæ sunt TAB. XVII. fig. 4.

 æqua-

æquales, & in quibus puncta C & d possunt considerari quasi similes cycloïdes percurrentia, celeritates, cum quibus ista puncta in punctis respondentibus moventur, sunt inter
* 165. se, in ratione inversa quadratorum temporum vibrationum *. In pendulis & chordis æqualibus vires pro celeritatibus ad-
* 77. 63 hibentur, quia in eadem sunt ratione *.

Dividantur chordæ A B, *a b*, in partes minimas, sed numero æquali in utraque; viæ a partibus respondentibus percurrendæ, positis sagittis æqualibus, erunt æquales, & similes vibrationes particulæ hæ peragent; quantitates autem materiæ in particulis respondentibus sunt ut integræ chordæ; ut ergo harum celeritates determinentur in punctis respondentibus, vires quibus chordæ inflectuntur, quando sagittæ sunt æquales, per quantitates materiæ in chordis dividi debent, ut sequitur ex n. 64. Patet igitur celeritates illas esse directe ut pondera quibus chordæ inflectuntur, & inverse ut quantitates materiæ in hisce chordis, id est, inverse ut harum longitudines; pondera vero illa sunt etiam in ratio-
* 255. ne inversa longitudinum chordarum *; celeritates sunt ergo
253. in ratione duplicata inversa harum longitudinum, id est, inverse ut quadrata longitudinum; in eadem etiam ratione inversa, ut statim dictum, quadrata temporum vibrationum; *chordarum igitur longitudines, ut vibrationum tempora.*

260. Eodem modo comparantur *tempora vibrationum chordarum diversæ crassitiei, positis chordis æqualibus, & æqualibus ponderibus tensis*; quantitates materiæ *sunt ut* quadrata diametrorum; ad determinandas igitur celeritates punctorum respondentium, per illa quadrata dividi debent pondera quibus inflectuntur chordæ, quando sagittæ sunt æquales;
* 256. hæc autem pondera sunt æqualia *: celeritates sunt ergo inverse ut quadrata diametrorum, & ideo *diametri* ut tempora vibrationum.

261. *Datis chordis ejusdem generis quibuscunque, vibrationum durationes* inter se possunt comparari; *sunt* enim *in ratione composita, ex ratione inversa radicum quadratarum pon-*
* 258. *derum, quibus chordæ tenduntur* *, *ratione longitudinum chorda-*

darum *, & *ratione diametrorum* *. **Multiplicando diametrum per longitudinem, dividendo productum per radicem** quadratam ponderis quo chorda tenditur, si pro variis chordis eadem operatio instituatur, quotientes divisionum erunt inter se ut vibrationum tempora. * 259. * 260.

Laminæ elasticæ pro congerie chordarum haberi possunt: 262.
quando lamina inflectitur, fibræ quædam producuntur, & productiones inæquales sunt in diversis laminæ punctis, & ex iis, quæ de chordis dicta sunt, curva, quæ a lamina inflexa formatur, detegitur.

Comparando inter se varias *ejusdem laminæ inflexiones*, 263.
hæ *proportionales sunt viribus quibus lamina flectitur*. Sit TAB. XVII. fig. 5.
lamina A B, cujus extremitas A fixa est, duabus inflectatur viribus, quibus perveniat ad *a b* & *a b*; si una fuerit alterius dupla, *b b* & *b* B erunt æquales; & ideo in vibrationi- 264.
bus motus *laminæ* eodem modo acceleratur ac motus chordæ *, & motus ponderis in cycloïde *; & hæ *vibrationes sunt æque diuturnæ*. * 253. * 156.

EXPERIMENTUM 5.

Lamina A ex variis laminis elasticis junctis constat, Thecæ B inseritur, ibique ad latus utrumque movetur inter regulas *c d*, *c d*; fila duo supremæ parti laminæ annectuntur, & per foramina *e*, *e*, in fundo Thecæ, immittuntur. Pondus semi-libræ filis appenditur, & descendit hoc per spatium semi-pollicis; superaddito æquali pondere, descensus iterum est semi-pollicis, & sic ulterius donec non amplius comprimi possit lamina. TAB. XVII. fig. 6.

Unaquæque lamina minor proportionaliter ad pondus inflectitur, & motus ponderis, ex omnibus inflexionibus junctis, eandem proportionem sequitur. Cum pluribus laminis junctis Experimentum instituitur, quia in variis inflexionibus directio actionis ponderis in laminas sensibiliter non mutatur.

Quæ de inflexione laminarum dicta sunt, ad laminam 265.
curvam A C B transferri possunt; si illa duobus ponderibus TAB. XVII. fig. 7.
gravetur ut situs *a c b*, *a c b* acquirat, & pondera sint inter se ut unum ad duo, distantiæ *c c* & *c* C erunt æquales *; in- * 263.

tro-

troceſſiones igitur puncti C ſunt ut pondera quibus lamina gravatur: quod etiam referri poteſt ad introceſſiones plurimarum laminarum junctarum.

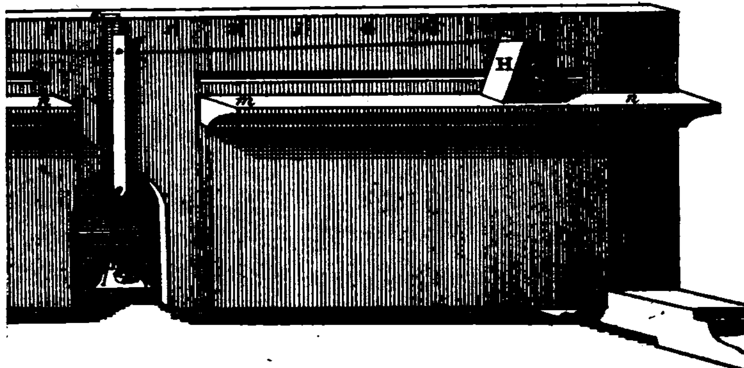
266. Globus ACB, ex materia elaſtica, quaſi ex variis laminis
TAB. XVII. fig. 8. conſtans conſiderari poteſt; & introceſſiones puncti ut C erunt proportionales viribus quibus corpus comprimitur.

TAB. XVII. fig. 9. Impingat, variis vicibus, punctum C globi ACBE in planum quodcunque, & punctum C introcedat ad *d*, d, & D; ictus erunt inter ſe ut lineæ C*d*, Cd, CD; in primo ictu pars *acb* plana fit, in ſecundo pars acb, in tertio pars ACB: cum hic ſemper agatur de arcubus minimis, arcus, id eſt, diametri ſuperficierum planarum ex ictibus, ſunt inter ſe ad ſenſum ut chordæ C*a*, Ca & CA; ergo ipſæ ſuperficies ut quadrata illarum chordarum, in qua etiam ratione, ex natura circuli, ſunt lineæ C*d*, Cd, & CD, quæ ſunt
268. inter ſe ut ipſi ictus. *In Sphæris* igitur *elaſticis ſuperficies planæ ex ictibus eandem cum hiſce proportionem ſequuntur.*
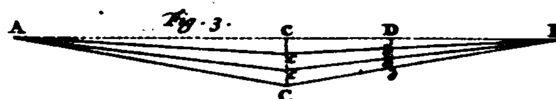
EXPERIMENTUM 6.

Detur planum marmoreum, cæruleum, horizontaliter aliquo in loco firmatum, & paululum madefactum, quantum neceſſe eſt ut color magis ſit intenſus; ſi in illud globus eburneus cadendo impingat, pars globi, quæ plana facta ſeſe lapidi applicat, maculam circinatam in hujus ſuperficie relinquit. Cadat globus ab altitudine novem pollicum, & ſit macula illa E; cadat ab altitudine trium pedum prioris quadrupla, & ſit macula F: tandem cadat ab altitudine ſex pedum & novem pollicum nonupla prioris, & ſit macula G. In hoc Experimento ictus corporis in lapidem ſunt inter ſe,
*131. 130. ut unum, duo, & tria *; in qua etiam ratione ſunt maculæ E, F, & G; nam formando triangula rectangula DAB, DBC, in quibus latera DA, AB, BC ſunt æqualia inter ſe & diametro maculæ E, linea BC exactiſſime æqualis erit diametro maculæ F, & linea CD diametro maculæ G.

FINIS LIBRI PRIMI.


H
m
n
n

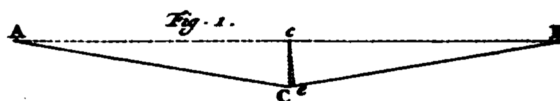

Fig. 1.
A
c
B
C


Fig. 3.
A
C
D
B
C

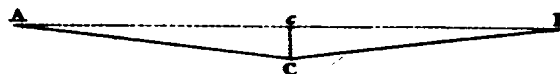
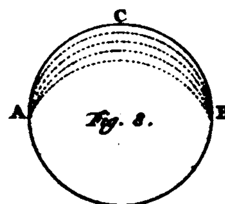
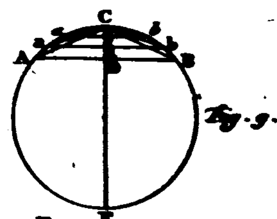
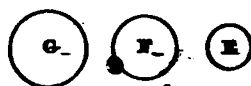

A
c
B
C

Fig. 4.


a
D
b
d


C
A
B
Fig. 8.


C
A
B
E
Fig. 9.


G
F
E

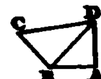

C
D
B
A

Fig. 10.

PHYSICES
ELEMENTA MATHEMATICA
EXPERIMENTIS CONFIRMATA.

LIBER II.

Pars I. de Gravitate, Pressione, & Resistentia Fluidorum.

CAPUT I.

De Gravitate partium fluidorum, & illius effectu in ipsis fluidis.

FLuidum vocatur corpus, cujus partes impressioni cuicunque cedunt, & cedendo facillime moventur inter se *. Unde sequitur *fluiditatem* * 30. *ex eo oriri, quod partes non arcte inter se cohæ-* 269. *reant, & quod motus non impediatur inæqualitatibus in partium superficiebus*, ut fit in pulveribus.

Particulæ autem, ex quibus fluida constant, ejusdem sunt naturæ cum aliorum corporum particulis, easdemque proprietates habent; liquida enim sæpe in solida convertuntur, quando magis arcta inter partes cohæsio datur, ut glacies: metalla contra liquefacta exemplum solidi in liquidum mutati præbent.

Fluida & eo cum corporibus solidis congruunt, quod 270. *constent ex particulis gravibus, gravitatem materiæ quantitati proportionalem, ubicunque positæ, habentibus.* Si in ipso liquido gravitas illa sensibilis non sit, ex eo illud oritur, quod partes inferiores superiores sustineant, hasque descen-

N su

ſu arceant; ipſam vero gravitatem eo non deſtrui liquet, quod vaſe contentum liquidum pro ſua quantitate gravet libram, cui vas appenditur; etiam ſequenti Experimento ubique in liquido gravitatem illam ſervari probatur.

271. TAB. XVIII. fig. 1. In hoc ut & in aliis multis Experimentis Hydroſtaticis, id eſt, circa gravitatem fluidorum, utimur bilance quantum fieri poteſt exacta, vulgaribus in eo ſolo diſſimili, quod in hac lancibus unci V, V, jungantur, quibus corpora liquidis immergenda ſuſpenduntur.

Bilanx ipſa fune ſuſpenditur, qui circumponitur duabus trochleis T, T, & cui alligatur pondus P; ut motu ponderis bilanx poſſit commode elevari & deprimi, & ad quamcunque altitudinem ſuſpendi.

EXPERIMENTUM I.

Phiala D clauſa, libræ memoratæ capillo equino juncta, aquæ immergitur, & pondere lanci B impoſito datur æquilibrium; ſi phiala, manente immerſa, aperiatur & aqua impleatur, aqua in phiala gravabit libram, licet cum aqua exteriori communicationem habeat; ſi novo pondere æquilibrium reſtituatur, ſervabitur ad quamcumque altitudinem phiala aquæ immergatur.

272. Ex hac gravitate ſequitur, *ſuperficiem fluidi, vaſe incluſi ne effluat, ſi ſuperne illud non prematur, aut æqualiter prematur*, quod nullam mutationem adfert, *planam fieri, & horizonti parallelam.* Cum enim impreſſioni cuicunque particulæ cedant, tam diu gravitate moventur, donec deſcenſui locus non amplius detur.

273. *Particulæ inferiores* ſuperiores ſuſtinent & hiſce *premuntur, preſſioque illa ſequitur proportionem materiæ incumbentis, id eſt, altitudinis liquidi ſupra particulam preſſam*, cum vero ſuperficies ſuprema liquidi ſit ad horizontem paral-
* 272. lela*, omnia puncta ſuperficiei cujuſcunque, quæ concipitur in liquido ad horizontem parallela, æqualiter premuntur.

274. *Si* ergo *in aliquo loco talis ſuperficiei preſſio detur minor quam in cæteris punctis, liquidum*, quod impreſſioni cuicunque cedit, *ibi* movebitur, id eſt, *adſcendet donec preſſio fuerit æqualis.*

Ex-

EXPERIMENTUM 2.

Tubi vitrei C ab utraque parte aperti, cujus extremitas una digito clauditur, extremitas altera aquæ immergitur; cum tubus aëre repleatur, aqua in illo ad parvam admodum altitudinem adſcendit; ſi digitus tollatur ut aër preſſus exeat, ſuperficies, quæ in aqua concipitur horizonti parallela juxta partem inferiorem tubi, minus in parte reſpondenti aperturæ tubi premitur, aqua etiam in tubum tunc adſcendit, donec in eo habeat altitudinem æqualem cum aqua exteriori. TAB. XVIII. fig. 2.

Preſſio in particulas inferiores, quæ oritur ex gravitate liquidi ſuperioris, actionem ſuam exerit verſus omnes partes, & quidem æqualiter. 275.

Quod ex natura liquidi ſequitur; nam hujus partes impreſſioni cuicunque cedunt, & facillime moventur; gutta ergo quæcunque locum quem occupat non ſervabit, ſi, dum a liquido ſuperiori premitur, ab omni parte non æqualiter prematur; moveri vero non poteſt proprter guttas vicinas, quæ eodem modo & eadem cum vi a liquido ſuperemimenti premuntur; quieſcit idcirco gutta prima, & æqualiter ab omni parte, id eſt, juxta directionem quamcunque premitur.

EXPERIMENTUM 3.

Tubi vitrei A, B, D, eodem modo, ac de tubo A in præcedenti Experimento dictum, aquæ immerguntur, & aqua in omnes, ſublato digito, ad eandem altitudinem adſcendit, quam in tubo C; in hoc preſſio ſurſum dirigitur; in tubo B deorſum; in tubo A eſt lateralis; in tubo D obliqua; in unoquoque tamen preſſio æqualis eſt; ſi major liquidi quantitas vaſi infundatur, æqualiter etiam aqua in ſingulis tubis elevatur. TAB. XVIII. fig. 2.

Ex hiſce ſequitur *liquidorum particulas ſingulas* ab omni parte æqualiter premi, & ideo *quieſcere*; illaſque non continuo inter ſe moveri, ut a multis ſtatuitur. 276.

In tubis communicantibus, ſive æqualibus, ſive inæqualibus, ſive rectis, ſive obliquis, aqua eandem adipiſcetur altitudinem; id eſt, omnes ſuperficies ſupremæ ſunt in 277.

N 2 eodem

eodem plano horizonti parallelo; quod facile ex dictis deducitur.

TAB. XVIII. fig. 3. Sit vas A, tubus verticalis B, & tubus inclinatus D; communicationem habeant ope tubi CE; detur in iis liquidum, & concipiatur superficies horizonti parallela *fgh*; si altitudines *fi* & *gl* fuerint inæquales, aqua adscendet ubi

* 274. minor est *. Ex eadem ratione nisi pressiones in *g* & *h* fuerint æquales, aqua non quiescet; sunt vero æquales, quando *l* & *n* sunt in eodem plano horizontali; nam cum pressio oriatur ex gravitate partium, quæ tendit versus terræ centrum, altitudo liquidi prementis juxta illam directionem mensurari debet, id est, erit *hm*; obliquitas vero columnæ *hn* nullam mutationem adfert; quia ad eandem pro-

* 275. funditatem ubique pressio versus omnes partes æqualis datur*.

EXPERIMENTUM 4.

278. Machinæ hic delineatæ aqua infunditur; post agitatio-

TAB. XVIII. fig. 4. nem quamcunque non quiescit, nisi omnes superficies sint in eodem plano horizonti parallelo. Vas vitreum A cum tubis vitreis B & D, ope tubi ænei CE, conjungitur.

Non omnia liquida sunt æque gravia, id est, non eandem materiæ quantitatem in eodem spatio continent, in singulis tamen prædicta locum habent.

279. *Quando liquida diversæ gravitatis eodem vase continentur, gravius locum infimum occupat, & premitur a leviori, illudque pro altitudine hujus.*

EXPERIMENTUM 5.

TAB. XVIII. fig. 5. Detur aqua, aliquo colore tincta, in vase vitreo A, ad altitudinem *bc*; ei immergatur tubus vitreus *de*; aqua in illum adscendit ad altitudinem *bc**; nunc infundatur oleum terebinthinæ, quod liquidum est aqua levius, statim aqua in tubo adscendet; & eo magis quo ad majorem altitudinem oleum infunditur; non tamen aqua in tubo ad eandem pertingit altitudinem cum oleo in vase; quia cum aqua gravior sit, non eadem illius quam olei altitudo requiritur ad æqualem pressionem producendam.

Qui hocce Experimentum cum Mercurio & aqua instituere voluerit, majorem inter altitudines reperiet differentiam,

tiam, propter majus inter gravitates discrimen.

EXPERIMENTUM 6.

Immergatur tubi extremitas aquæ; oleumque tubo infundatur; aqua in tubo deprimitur ad *d*; altitudo tamen olei *de* major est altitudine aquæ in vase; si profundius immergatur tubus, aqua majori quantitate illum ingreditur; si elevetur, aqua iterum exit, ipsumque oleum insequitur, si ad illam tollatur altitudinem ut olei pressio aquæ pressionem, in parte inferiori tubi, superet. TAB. XVIII. fig. 6.

CAPUT II.

De Actione Liquidorum in fundos, & latera vasorum quibus continentur.

Fundus & latera vasis, quo liquidum continetur, a partibus liquidi illa immediate tangentibus premuntur, & propter actioni æqualem reactionem *, æqualem etiam particulæ istæ pressionem sustinent: Cum vero pressio in liquidis versus omnes partes sit æqualis, fundus & latera æque premuntur ac partes liquidi vicinæ; *actio* ergo *hæc ad instar altitudinis liquidi crescit* *, & ubique ad eandem profunditatem est æqualis, pendetque ab illa altitudine, & nullo modo a liquidi quantitate. Manente igitur liquidi altitudine & fundi magnitudine, æqualis semper erit actio in fundum, utcunque mutetur vasis figura. In omni casu pressio, quam fundus patitur, valet pondus columnæ aqueæ, cujus basis est ipse fundus, & altitudo distantia verticalis supremæ superficiei aquæ ab ipso fundo. 280. * 126. * 275. 273.

Cylindrus cavus A, ab utraque parte apertus, ab interiori parte exactissime politur; ejus diameter ut & altitudo sunt circiter trium pollicum cum semisse; ope cochleæ ei additur annulus E, ut a tripode sustineatur. 281. TAB. XVIII. fig. 7. & 8.

In cylindro datur fundus æneus mobilis F, cum quo annulus G, etiam æneus, ab interiori parte cochleam continens, conjungitur; hoc annulo retinetur & firmatur an-

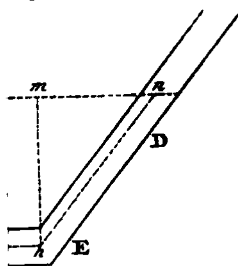
nulus coriaceus ab omni parte fundum quantitate semi-pollicis excedens; obtegit hic annuli ænei superficiem exteriorem, quando fundus cylindro intruditur, impeditque ne aqua dum fundus movetur effluat. Corium hocce oleo immergitur, post aliquot dies extrahitur ut per æquale tempus in aqua maceretur; qua adhibita præparatione, corium probe oleo & aqua illinitur, moveturque fundus variis vicibus per cylindrum, & per biduum aut triduum in hoc relinquitur. Quando machina utendum est, iterum oleo & aqua corium illinitur, facile tunc fundus movetur, & exacte aquam retinet. Corium neque nimis tenue neque nimis crassum adhibendum; quod judicio artificis relinquitur.

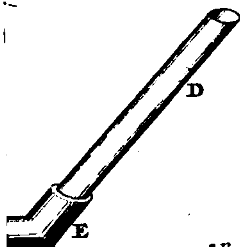
In centro fundi cum eo cohæret cylindrus æneus tenuis *h i*, quo motus fundi dirigitur, transit enim hicce cylindrus per foramen *m* in lamina B, quæ cylindro majori A superimponitur, & in ejus ora in incisione hæret. In superiori superficie cylindri *h i* datur cavitas cochleam continens, qua fundus cum filo æneo *n p* jungitur, quod per tubum statim memorandum D immittitur, ut ope hujus fili fundus cum brachio libræ conjugatur.

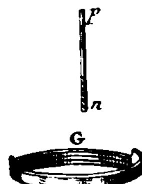
Cylindrus sæpius memoratus A operculo C tegitur, & ne aqua effluere possit cavetur obtegendo oram cylindri annulo coriaceo, qui ope cochleæ, qua operculum jungitur cum cylindro, arcte comprimitur. Operculo & ipsi cylindro addi potest ansa, ut magis commode aperiatur & claudatur cylindrus. In medio perforatur operculum, & cylindrus cavus *l*, ab exteriori parte cochlea circumdatus, cum illo cohæret, ut tubus D cum machina conjungatur; adhibito corio aquæ effluxus cohibetur.

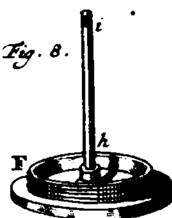
EXPERIMENTUM I.

TAB. XIX. fig. 1. Partibus machinæ, ut dictum, junctis, filum æneum, quod cum fundo mobili cohæret, brachio libræ annectatur, ita ut jugum libræ sit in situ horizontali, quando fundus ab operculo distat duobus pollicibus; lanci, brachio opposito suspensæ, pondus imponitur, ut detur æquilibrium cum pondere solius fundi. Sit longitudo tubi unius pe-

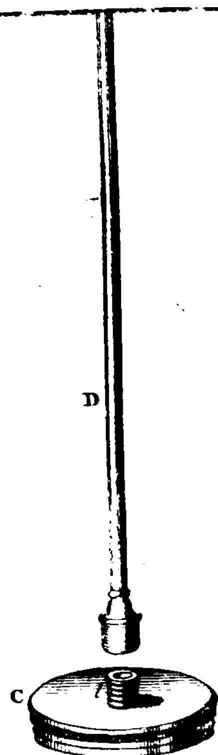

m
n
D
h
E


D
E

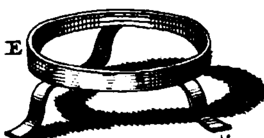

p
n
G


i
Fig. 8.
h
F




D
C


B
Fig. 7.
A


E

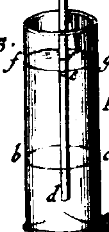
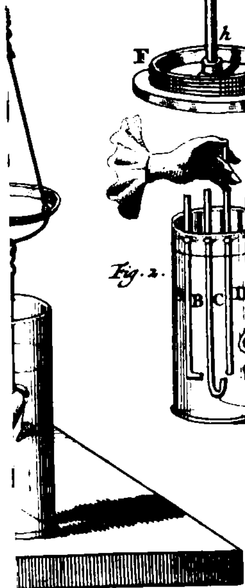

Fig. 5.
f
g
e
A
b
c
d


Fig. 6.
b
c
d


Fig. 2.
B
C
D

pedis; jugo libræ horizontaliter disposito infundatur aqua tubo D, ut ad illius extremitatem supremam pertingat; pondere quatuor librarum cum semisse lanci imposito æquilibrium datur, diminuto aut aucto pondere adscendit aut descendit fundus. Circa quod notandum, quantitate satis magna, exempli gratia semi-libræ, augendum aut minuendum esse pondus, propter attritum fundi.

Diameter fundi est fere trium pollicum cum semisse, altitudo supremæ superficiei aquæ supra fundum, in hoc Experimento, est quatuordecim pollicum; columnæ aqueæ, cujus hæc esset altitudo, & quæ basin æqualem fundo memorato haberet, pondus est quatuor librarum cum semisse, & tantum etiam valet pressio aquæ in fundum, licet exigua tantum aquæ quantitas in machina detur.

Cum de solo motu fundi agatur, machina firmanda est ne tota elevetur, quod fit impositis ponderibus, qualia repræsentantur in P, P, fig. 1. Tab. XX.

EXPERIMENTUM 2.

Sublato operculo cum tubo, cylindrus A conjungatur cum machina DE, cui in inferiori parte cohæret annulus cochleam continens; aqua huic machinæ infunditur ad eandem altitudinem supra fundum ac in præcedenti Experimento; Experimentum de cætero eodem modo peragitur, & eodem modo procedit; pressioque, servata aquæ altitudine, ex mutato vase & aquæ quantitate, non mutatur. TAB. XIX. fig. 2.

EXPERIMENTUM 3.

Vas cylindricum A libræ suspenditur, pro parte hocce repletur cylindro ligneo De; quod cum ligno Bc, quomodocunque firmato, cohæret, & neque latera neque fundum vasis memorati tangit; si vasi aqua ad quamcunque altitudinem infundatur, & pondere lanci oppositæ imposito æquilibrium detur; hocce pondus erit pondus totius aquæ quæ in vase, sublato cylindro, continetur, posita hac ad eandem altitudinem quam in Experimento; & sic parva aquæ quantitas, cujus suprema superficies elevatur, quo pressio in fundum augetur, magnum pondus sustinet. TAB. XIX. fig. 3.

Pres-

Pressionem lateralem verticali æquari, adhibita sequenti machina, ad oculum patebit.

282. Vas DB est parallelopipedum ligneum altitudinis circiter unius pedis cum semisse; a latere versus fundum datur foramen, in quo hæret annulus æneus cochleam continens, ut cylindrus A, de quo in Experimentis 1. & 2., ibi firmari possit; tres pedes, quibus in illis Experimentis cylindrus sustinetur, & qui cochleis annulo inferiori annectuntur, ab hoc separantur. Motus fundi in cylindro est horizontalis. Ad latera machinæ huic junguntur duæ regulæ ligneæ, quarum una videtur in GH, super illis horizontaliter movetur regula CC, quæ in medio versus F latior est, ut hujus motu fundus cylindri intrudi possit, quem regula premit paululum infra centrum. In C & C funes ut CE huic regulæ alligantur, qui juxta regulas ut GH protenduntur, transeuntes super trochleis in harum regularum extremitatibus ut T, & iis appenduntur pondera ut P.

TAB. XIX. fig. 4.

EXPERIMENTUM 4.

Infundatur aqua vasi B*d*, ita ut aquæ superficies altior sit regula CC quatuordecim pollicibus, sint pondera ut P duarum librarum cum quadrante, ita ut simul sumta valeant quatuor libras cum semisse, pressio aquæ hocce pondus sustinebit, & fundus in eo casu eadem cum facilitate versus utramque partem movetur.

Vim, qua aqua sursum premit, æqualem esse illi qua deorsum & ad latera premit, sequenti Experimento probatur.

EXPERIMENTUM 5.

TAB. XX. fig. 1.

In medio superficiei superioris sustentaculi B datur cylindrus diametri circiter duorum pollicum, cui imponitur fundus mobilis cylindri sæpius memorati A, ita ut manente fundo ipse cylindrus moveri possit; hic operculo suo obtegitur, & cum eo conjungitur tubus D longitudinis trium pedum cum semisse; infunditur aqua, quo, manente fundo, machina elevatur; imponuntur operculo pondera P,P,P, quæ simul valent novem libras, hæc, cum pondere totius machinæ, ab aqua in tubo sustinentur; pondus vero machinæ excedit tres libras cum semisse. Vis

Vis, quæ in operculum agit, valet pondus columnæ aquæ, cujus basis est operculum, demto foramine cui respondet tubus, & cujus altitudo est, aquæ elevatio in tubo supra superficiem interiorem operculi, quod cum hoc Experimento congruit.

Manente tubo si machina major detur, actio in operculum in eadem ratione cum operculo crescet, ita ut minima aquæ quantitate pondus maximum sustineatur ac etiam elevetur.

Duo orbes lignei A B, A B, diametri quindecim pollicum, corio circumdantur & junguntur, ita ut formetur vas cylindricum folli aliquomodo simile, quod aquam continere potest. 283. TAB. XX. fig. 2.

In orbe superiori datur foramen in *l*, cui respondet cylindrus æneus, cum orbe cohærens, & cochlea circumdatus, quo tubus D, ejusdem longitudinis cum tubo in præcedenti Experimento, machinæ jungitur.

EXPERIMENTUM 6.

Aqua machinæ per tubum infundatur, & aqua in tubo sustinebit pondera P,P,P,P,P,P, simul excedentia ducentas & quinquaginta libras. Pondera hæc infundendo aquam in tubum etiam elevari poterunt.

Hæc omnia quantumvis paradoxa ex natura liquiditatis sequuntur; gutta quæcunque quæ quiescit, versus omnes partes æquali cum vi conatur recedere *; si ergo ab una parte * 275. prematur, versus illam partem, propter æqualem actioni reactionem, eadem cum vi recedere conatur, & cum hac eadem vi versus omnes partes ipsa premet. In primo Experimento, aqua, quæ fundum tangit, & tubo respondet, sustinet pondus columnæ aqueæ, in tubo contentæ & ad fundum usque continuatæ, & tali cum vi fundum premit, ut & aquam vicinam, quæ cum effluere non possit in fundum, & aquam vicinam cum hac eadem vi agit; idem de aqua huic vicina dicendum, & sic in omnibus fundi punctis datur pressio æqualis pressioni in loco in quem aqua in tubo gravat; & ideo fundus hic gravatur eodem modo ac si aquæ columna, ejusdem altitudinis cum aqua in tubo, & cujus basis esset ipse fundus, huic imponeretur.

Simili ratiocinio dilucidantur Experimenta 5. & 6.

In secundo Experimento concipiatur cylindrum A continuari, ita ut ad aquæ superficiem perveniat; eo aqua exterior ab aqua in hoc cylindro contenta separatur, hæcque sola in fundum premit, fundusque hanc totam sustinet. Aqua in cylindro premit in latera cylindri, aqua exterior premit in superficiem exteriorem cylindri, & superficies exterior plane eodem modo premitur ac interior, pressionesque in puncta opposita sunt plane æquales; ita ut, si superficies tolleretur, pressiones hæ sese mutuo destruerent; non interest igitur an talis superficies detur nec ne, & ea sublata, id est, sublata cylindri continuatione, non mutatur actio in fundum.

Experimentum tertium ex dictis etiam dilucidatur, nam pondus lanci impositum non modo sustinetur ab aqua in vase, sed etiam ab actione superficiei inferioris cylindri D*e* in aquam.

Licet omnia prædicta a gravitate liquidorum pendeant, horum actiones ab ipsorum gravitate distingui debent, quæ
* 270 semper quantitati materiæ est proportionalis *.

CAPUT III.

De Solidis liquidis immersis.

Diversam corporum gravitatem, sive solidorum, sive liquidorum, ex eo oriri, quod in spatio æquali majorem aut minorem materiæ quantitatem contineat, sæpius diximus.

DEFINITIO 1.

284. *Materiæ quantitas in corpore considerata cum relatione ad volumen corporis*, id est, ad spatium ab hoc occupatum, *vocatur* corporis densitas.

Corpus dicitur habere densitatem duplam, aut triplam, &c. densitatis alterius corporis, quando, positis voluminibus æqualibus, continet materiæ quantitatem duplam, aut triplam &c.

DEFINITIO 2.

285. *Corpus* homogeneum *dicitur, quando ubique est ejusdem densitatis.*

De-

DEFINITIO 3.

Heterogeneum, *quando in variis corporis partibus inaequalis est densitas.* 286.

DEFINITIO 4.

Gravitas corporis considerata cum relatione ad volumen vocatur corporis gravitas specifica. 287.

Gravitas specifica dicitur dupla, quando manente volumine pondus est duplum.

Gravitates ergo *specificae & densitates corporum, in corporibus homogeneis, in eadem sunt ratione; & sunt inter se ut pondera corporum aequalium quantum ad volumen.* 288.

Si corpora homogenea fuerint ejusdem ponderis, volumina eo *sunt* minora quo densitates sunt majores, & manente pondere, minuitur volumen in eadem ratione, in qua densitas augetur; sunt ideo in eo casu volumina *inverse ut densitates.* 289.

Quando solidum liquido immergitur, a liquido ab omni parte premitur, pressioque haec in ratione altitudinis liquidi supra solidum crescit. Ut illud ex dictis in capite praecedenti sequitur, ac etiam directo Experimento probatur. 290.

EXPERIMENTUM I.

Extremitati tubi vitrei B*m* alligetur saccus coriaceus S, mercurio plenus, vesica etiam potest adhiberi; immergatur saccus ille aquae, ita ut extremitas B tubi supra aquam perveniat; ex pressione aquae in superficiem sacci adscendit mercurius in tubum, ut perveniat ad *m*; adscensusque mercurii sequitur proportionem altitudinis aquae supra saccum. TAB. XX. fig. 1.

Quando solidum ad magnam profunditatem liquido immergitur, pressio in superiorem partem a pressione in inferiorem vix differt; unde *corpora alte immersa ab omni parte quasi aequaliter premuntur*; quae pressio, a corporibus mollibus sine figurae mutatione, & ab admodum fragilibus sine disruptione, sustineri potest. 291.

EXPERIMENTUM 2.

Frustum cerae mollis, figurae irregularis, cum ovo, vesicae aqua repletae includitur, vesica exacte clausa pyxidi aeneae A inseritur; operculo ligneo O haec obtegitur, ita ut a vesica sustineatur; pondus P septuaginta aut octoginta librarum superimponitur, quo neque ovum frangitur, neque cerae figura ullo modo mutatur. TAB. XIX. fig. 5.

292. *Solidum liquido specifice gravius, ad quamcunque altitudinem liquido immersum, descendit.* Superficies inferior corporis premit superficiem liquidi, quæ ab hac parte corpus tangit; pressioque hæc valet pondus columnæ constantis ex ipso corpore & liquido superincumbenti, & cum hac vi corpus deorsum fertur. Pondus columnæ similis, sed quæ tota ex liquido constat, est vis cum qua corpus a liqui-
* 290.275. do sursum premitur*. Cum vero solidum ponatur liquido specifice gravius, vis hæc minor est illa, & ab eadem superatur.

293. Simili ratiocinio, *solidum liquido specifice levius, & huic immersum, ad supremam liquidi superficiem adscendere* debere, probatur.

294. *Posita* vero *eadem solidi cum liquido gravitate specifica*, neque adscendet, neque descendet, sed *ad quamcunque altitudinem in liquido suspensum manebit*, & liquidum integrum corpus sustinebit; in quo casu, propter æqualitatem gravitatum specificarum, liquidum sustinet pondus æquale ponderi quantitatis liquidi, quæ impleret spatium a corpore occupatum. Liquidum autem eodem modo agit in omnia solida æqualia ad eandem profunditatem immersa, & æqualiter illa sustinet; amittunt ergo omnia partem gravitatis suæ.

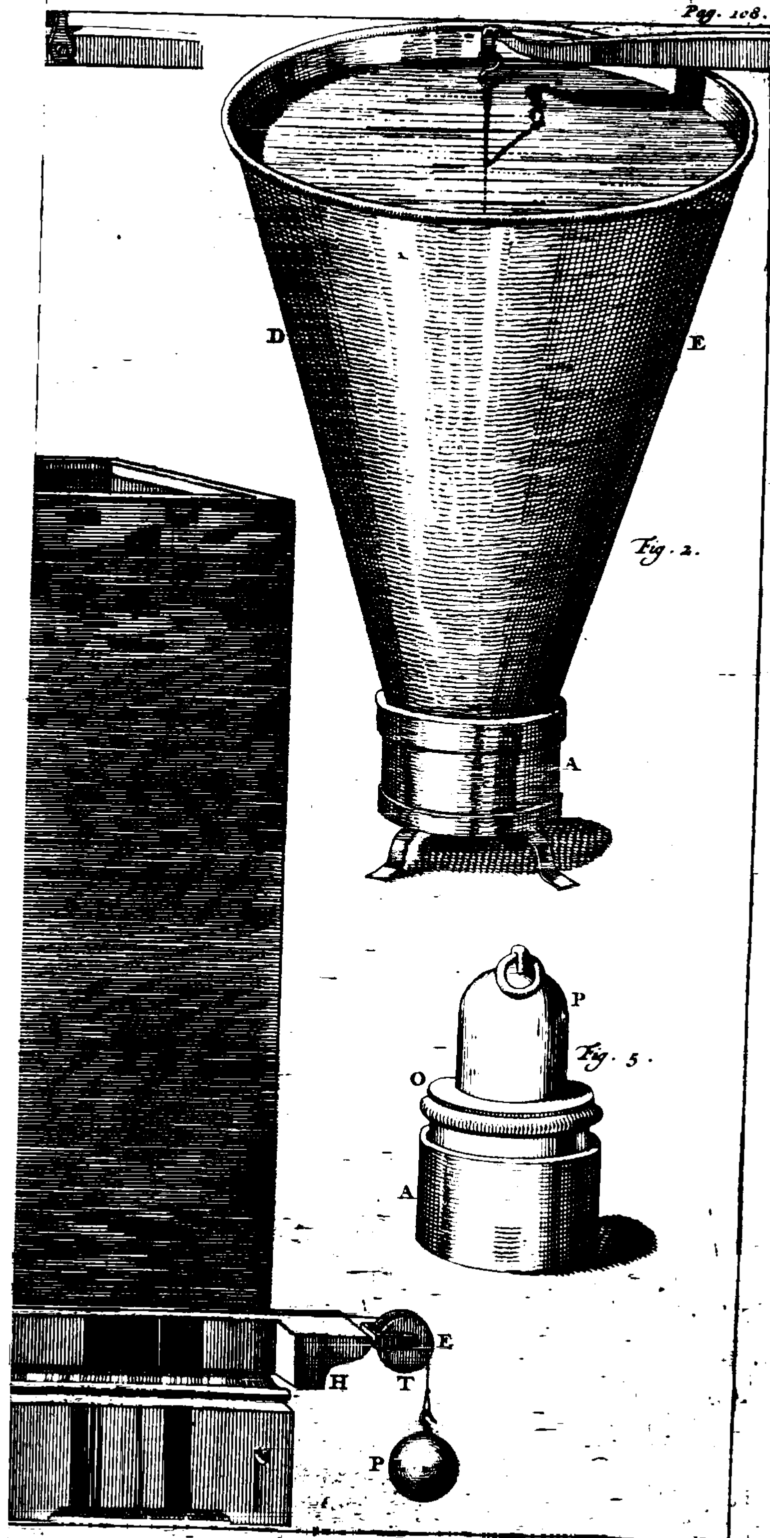
DEFINITIO 5.

295. *Pondus, quod corpus liquido immersum servat, vocatur illius* gravitas respectiva.

296. Hæcque *gravitas respectiva est excessus gravitatis specificæ solidi super gravitatem specificam liquidi*; nam cum
297. *solidum liquido immersum* amittat illam ponderis portionem, quæ a liquido sustinetur; *amittit pondus quantitatis liquidi, quæ spatium a corpore occupatum posset implere.*

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XXI. Bilanci superius memoratæ * suspendatur cylindrus æneus
fig. 1. cavus E; unco, fundo hujus cohærenti, ope capilli equi-
* 271. ni, suspenditur cylindrus solidus C ex eodem metallo, qui si alteri E inferatur, illum exacte implet; ita ut in E, quando aqua repletur, contineatur aquæ quantitas, quæ potest im-


D
E
Fig. 2.
A
P
Fig. 5.
O
A
E
H
T
P

implere locum a C occupatum: lanci oppositæ pondus imponatur ut detur æquilibrium; descendat bilanx, ut cylindrus C aquæ, vase D contentæ, immergatur; eo æquilibrium destruitur, quia C pro parte ab aqua sustinetur; restituitur vero, si E aqua impleatur.

Ex hisce sequitur, *omnia solida æqualia, sed diversæ gravitatis specificæ, quando eidem liquido immerguntur, partem ponderis æqualem amittere.* Experimentum ultimo descriptum eodem modo procedit cum cylindro ex quocunque alio metallo & per affusam eandem aquæ quantitatem, quæ nempe implet vas E, æquilibrium semper restituitur. 298.

Ex dictis ulterius sequitur *quomodocunque inter se differant densitates corporum inæqualium, si eidem liquido immergantur, pondera ab iis amissa esse in ratione voluminum.* In ea enim ratione sunt spatia ab iis in liquido occupata. 299.

Idcirco corpora ejusdem ponderis, sed diversæ densitatis, partes inæquales ponderis amittunt, quando eidem liquido immerguntur, propter voluminum inæqualitatem.

EXPERIMENTUM 4.

Frusta ejusdem ponderis, unum auri, alterum plumbi, *g*,*g*, capillis equinis, uncis V,V bilancis sæpius memoratæ * suspenduntur, æquilibrium datur; descendat bilanx, & corpora *g*,*g*, aquæ, vasis F, F contentæ, immergantur, æquilibrium destruetur. TAB. XX. fig. 4. * 271.

Quando solidum, liquido specifice gravius, in liquido suspenditur, liquidum, ab omni parte, in illud solidum, pro altitudine sua, agit *, & solidum æqualiter in illud reagit; actiones illæ sunt igitur eædem, ac si spatium, a solido occupatum, ipso liquido impleretur; & ita *non interest, respectu gravitatis liquidi, an in eo solidum specifice gravius suspendatur, an affundatur ejusdem liquidi quantitas, quæ æquale spatium cum solido occupat.* * 290. 300.

EXPERIMENTUM 5.

Vas A, aquam continens, brachio libræ suspenditur, eique immergitur cylindrus æneus C, qui capillo equino sustinetur, ne fundum vasis tangat; pondere, lanci oppositæ imposito, datur æquilibrium; extracto cylindro C ex aqua, TAB. XXI. fig. 2.

destruitur æquilibrium, & restituitur infundendo aquam, quæ cylindro cavo E contineri potest, in quo si inseratur cylindrus solidus C, exacte ab hoc repletur.

301. Ex collatione n. 297. & 300., ut & Experimentorum 3. & 5. quibus illi confirmantur, patet, *liquidum acquirere pondus quod solidum immersum amittit.* Vis gravitatis semper proportionalis est quantitati materiæ, & non mutatur immersione solidi in liquidum; quare summa ponderum solidi & liquidi, & ante & post immersionem, non differt.

EXPERIMENTUM 6.

TAB. XX. fig. 5. Bilanci suspendatur solidum C, detur æquilibrium, lanci B impositis ponderibus P & *p*, quorum *p* valet pondus quod corpus C in aqua amittit. Detur etiam vas D aquam continens, & libræ E F, quæ pede sustinetur, appensum, pondere, lanci oppositæ imposito, detur & hic æquilibrium; descendat bilanx cum corpore C, ut hoc aquæ, in vase D, contentæ immergatur, destruitur eo æquilibrium in ambabus libris, quod in ambabus restituitur, transferendo pondus *p* ex lance B in lancem brachii F.

302. Corpus, liquido specifice gravius, & quod in hoc descendit, majori cum vi deorsum fertur quam sursum premitur, ut antea explicatum *; quarum virium differentia est corporis gravitas respectiva. Vis prima pro parte constat ex pondere liquidi corpori superincumbentis; & corpus ad talem potest immergi profunditatem, ut hocce pondus æquale sit memoratæ gravitati respectivæ; si in eo casu liquidum hoc superincumbens tollatur, sustinebitur corpus a pressione

303. liquidi inferioris. Si ad majorem profunditatem corpus immergatur, & etiam liquidum cohibeatur ne in superficiem corporis supremam premat, (cum pressio, qua corpus sursum pellitur, cum profunditate ad quam immergitur crescat *) majori cum vi in altum feretur corpus quam gravitate descendet, quare, si libere moveri possit, adscendet.

* 292. * 290.

EXPERIMENTUM 7.

TAB. XXI. fig. 3. Cylindro C, ab utraque parte aperto, applicetur ab inferiori parte lamina plumbea F, crassitiei quartæ partis unius pollicis; si ita exacte cum cylindro congruat ut aquam ex-

excludat, laminaque filo, unco V in centro laminæ alligato, sustineatur, donec ad profunditatem circiter trium pollicum aquæ immersa sit, ab aqua sustinebitur, ut relicto filo patet; ad majorem profunditatem magis arcte cum cylindro cohærebit, ad minorem cadet.

Si cum lamina aurea hocce Experimentum institueretur, ad majorem profunditatem immergenda esset; auri enim gravitas specifica est ad aquæ gravitatem specificam ut 19. ad 1; quare illius gravitas respectiva est ad aquæ gravitatem specificam ut 18. ad 1. *: Columna idcirco aquea decies & octies, altitudine sua, crassitiem laminæ aureæ superare debet, ut valeat hujus gravitatem respectivam; requiritur ergo ut aquæ altitudo, supra superficiem superiorem laminæ aureæ, toties ad minimum valeat ipsius laminæ crassitiem. * 296.

EXPERIMENTUM 8.

Cylindrus A cum fundo mobili operculo obtectus & cum tubo D conjunctus, ut antea descriptum est *, aquæ immergitur, fundusque, quando ad profunditatem unius pedis infra aquæ superficiem pervenit, adscendit, licet ponderet integram libram cum quadrante, & licet, ope cochleæ, in centro fundi ab inferiori parte cohærentis, conjungatur cum pondere P unius libræ. TAB. XXI. fig. 3. * 281.

304. Idem solidum, quod liquidis diversæ densitatis immergitur, diversam ponderis sui quantitatem amittit *, & ideo quando duo corpora, ejusdem densitatis & ponderis, liquidis diversæ densitatis immerguntur, destruitur inter illa æquilibrium. * 297.

EXPERIMENTUM 9.

Duæ laminæ g, g ejusdem metalli & æquales, uncis V, V lancium A & B suspenduntur; descensu libræ liquidis, vasis F, F contentis, immerguntur; una in aquam, altera in oleum terebinthinæ, æquilibrium destruitur, & illa hac levior fit. TAB. XX. fig. 4.

305. *Solidum liquido levius, & huic immersum*, adscendit, & versus supremam liquidi superficiem hæret *, ita ut pro parte tantum immergatur; pro majori tamen gravitate specifica in liquido magis descendit, & corpus *non quiescit*, * 293.

ni-

nisi pars immersa tale spatium in liquido occupet, ut liquidum, quod idem hocce spatium impleret, ejusdem ponderis cum toto corpore esset. In alio enim casu solidum non eadem cum vi in partes vicinas liquidi agit, cum qua liquidum ageret, si corporis locum occuparet, in quo tamen casu
* 276. solo quies liquidi * & ipsius corporis dari potest.

306. Sequitur ex hac propositione, *corporum, in superficie ejusdem liquidi natantium, partes immersas esse inter se ut corporum pondera.* Idcirco si, superaddito pondere, corporis gravitas mutetur, in eadem ratione augetur pars
307. immersa; & *partes, quæ variis ponderibus in liquidum descendunt, sunt inter se ut hæc pondera.*

EXPERIMENTUM 10.

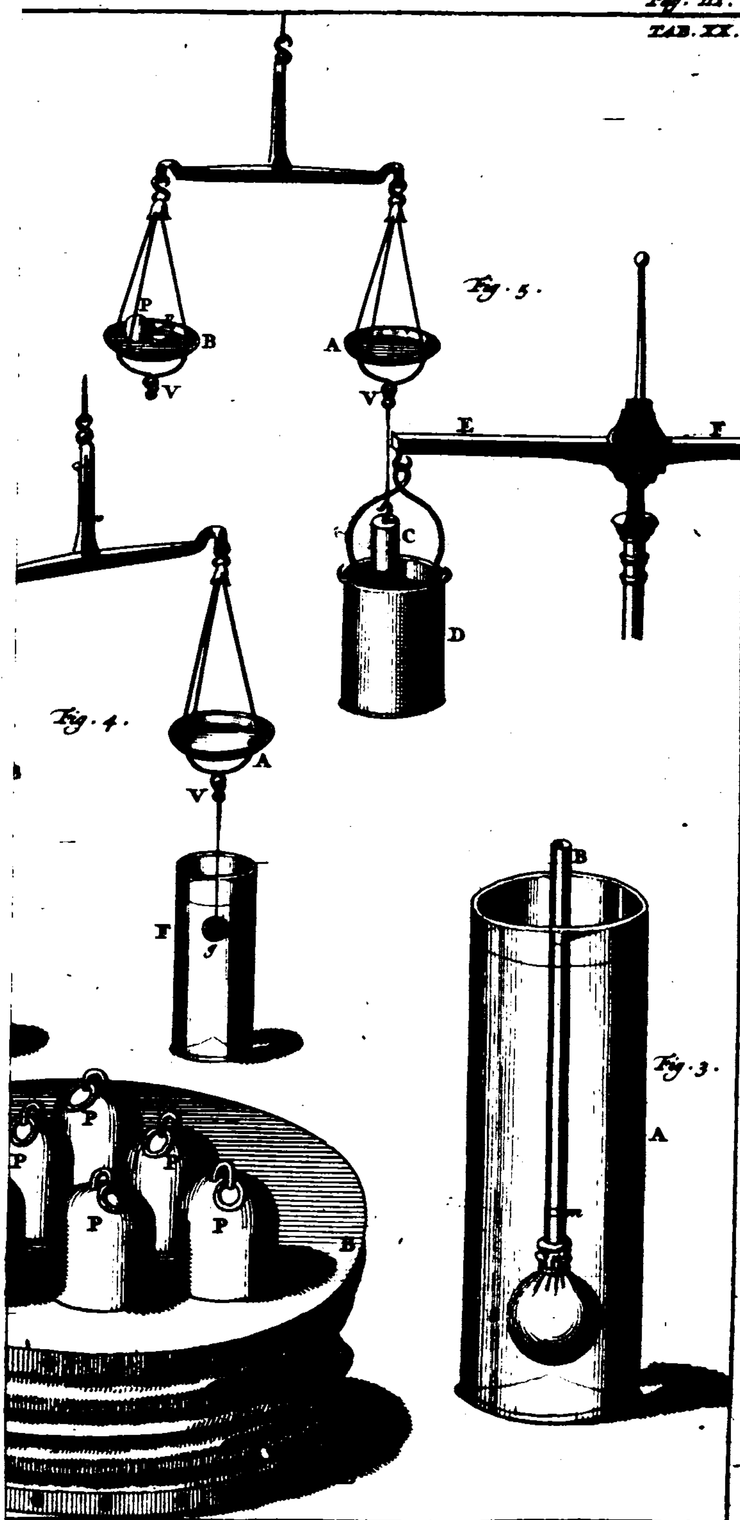
TAB. XXII. fig. 1. Detur vas aquam continens A; detur cylindrus cavus ex quocunque metallo C; huic imponatur pondus *p*, ut parte *bd* in aquam descendat; superaddito pondere unius libræ mensuretur quantum descendat; addatur iterum atque iterum pondus æquale, & singulis vicibus æqualiter descendit.

308. In n. 300. & 301., Experimentis 7. & 8. confirmatis, vidimus, quomodo corpus liquido gravius natare possit; simili methodo corpus liquido levius in fundo retineri potest; in illo casu pressio aquæ superincumbentis tollitur, hic tollenda est pressio aquæ inferioris qua corpus sursum pellitur.

EXPERIMENTUM 11.

TAB. XXII. fig. 2. Lamina ænea *bc*, exacte plana, sustentaculo D imposita, in fundo vasis A hæret; lamina similis *bc* cum frusto suberis E conjungitur, ita ut cum hoc constituat corpus aqua levius; congruant hæ laminæ, & baculo suber retineatur dum aqua affunditur; relicto subere non adscendet, donec, hoc e loco moto, laminæ separentur, ut aqua in laminam cum subere conjunctam pressionem suam exerere possit, illamque cum subere in altum ferre.

CA-


Fig. 5.
P
B
A
V
V
E
F
C
D
Fig. 4.
A
V
F
g
B
Fig. 3.
A
P
P
P
P
P
B

CAPUT IV.

De comparandis Liquidorum densitatibus.

CUm corporis densitas sequatur proportionem gravitatis ipsius, comparando corporum æqualium pondera detegimus illorum densitates*. *Si ergo vas quodcunque exacte* 309.
liquido repleatur, & liquidum illud ponderetur, idemque fiat * 288.
cum aliis liquidis, pondera erunt ut densitates. Sed cum hæc methodus in praxi variis obnoxia sit difficultatibus, in hac explicanda non inhæremus.

Quando duorum liquidorum pressiones sunt æquales, ma- 310.
teriæ quantitates, id est, pondera, in columnis, æquales bases habentibus, non differunt *; quare volumina, id est, * 273.
columnarum *altitudines, sunt inverse ut densitates* *; ex * 289.
quo methodus hasce comparandi deducitur.

EXPERIMENTUM I.

Tubo vitreo curvo A infundatur mercurius, quo pars TAB. XXII. fig. 3.
inferior tubi a *b* ad *c* impletur; infundatur aqua ab una parte a *b* ad *e*; in crure alio infundatur oleum terebinthinæ, donec ambæ superficies *b*, *c*, mercurii sint in eadem linea horizontali, sitque altitudo olei *c d*; erunt hæ altitudines ut 87. ad 100. in qua ratione inversa est densitas aquæ ad olei terebinthinæ densitatem, sunt ergo hæ ut 100. ad 87.

Mercurius infunditur, ne liquida in fundo tubi misceantur.

Per solidum immersum etiam comparantur liquidorum densitates, *si* enim *solidum, liquidis comparandis levius, variis liquidis immergatur, partes immersæ erunt inverse* 311.
ut liquidorum densitates; nam, quia idem solidum adhibetur, portiones variorum liquidorum, quæ singulis casibus spatium a parte immersa occupatum possent implere, sunt ejusdem ponderis *; ergo volumina illarum portionum, id * 305.
est, ipsæ partes immersæ, sunt inverse ut densitates *. * 289.

P De-

312. Detur machina vitrea A, constans ex globo cavo, cum
TAB. XXII. fig. 4. tubo in partes æquales diviso; infra globum alius minor additur, qui pro parte mercurio aut globulis exiguis plumbeis impletur, ut eo pondere tubus verticaliter in liquida descendat, & in eo situ retineatur; ne nimium ponderis in minori globo detur cavendum, nam ut machina liquidis comparandis levior sit requiritur. In variis liquidis ad varias profunditates descendit machina, & densitates horum, ut statim dictum, sunt inverse ut partes immersæ, quæ ideo inter se comparandæ sunt. Filum machinæ alligetur, & machina cum filo annexo exacte ponderetur, pondus nostræ fuit gr. 573.; machina aqua immersa ad *b* descendit; pondus ergo aquæ ejusdem voluminis cum parte machinæ immersa valet gr. 573 *, & hocce volumen per hunc numerum
* 309. potest exprimi. Filum memoratum unco V, lancis A, bilancis in fig. 1. Tab. XVIII. repræsentatæ, annectatur; machina manente immersa, lanci B pondus viginti gr. imponatur, & lente moveatur pondus P, ut bilanx elevetur, (quo tubus pro parte aqua extrahitur,) donec detur æquilibrium, superficiesque aquæ tunc pervenit ad punctum *d*. Aqua sustinet pondus totius machinæ demtis viginti granis, id est, sustinet gr. 553., & pondus aquæ ejusdem voluminis cum parte nunc immersa tot grana valet, & per hunc numerum exprimitur, volumenque partis *db* tubi erit 20.; si spatium *d b* dividatur in partes æquales 10. & divisiones continuentur adscendendo ultra *b*, & descendendo infra *d*, singulæ valebunt 2; & ex nota divisione, ad quam machina in liquido descendit, dabitur volumen partis immersæ; sic si totus tubus extra aquam hæreat, volumen immersum erit 549; si ad supremam hic notatam divisionem descendat, volumen immersum erit 579; & densitates liquidorum, in quibus hoc contingit, sunt inverse ut illi numeri, id est, ut 579. ad 549., & solæ densitates intermediæ ope hujus machinæ comparari possunt. Si globus majorem ad tubum rationem haberet, liquida, quorum densitates magis inter se differrent, comparari possent. Quando varia comparantur, numeri, volumina partium immersarum designantes, haben-

tur

tur pro denominatoribus fractionum, unitatem in numeratore habentium, designantque hæ fractiones rationem densitatum; sunt enim inter se inverse ut denominatores.

EXPERIMENTUM 2.

Sint comparandæ densitates aquarum diversas salis quantitates continentium, in unam descendit machina ad divisionem *a*; altera si immergatur, descendit tantum ad divisionem *c*; densitates harum erunt inter se ut $\frac{1}{569}$ ad $\frac{1}{565}$, ut ex statim dictis facile deducitur.

Multis etiam obnoxia est difficultatibus hæc methodus, præter hanc, quod difficile sit eadem machina liquida densitate multum differentia inter se conferre.

Methodus omnium optima est, adhibito solido liquidis
graviore. *Quando idem corpus variis liquidis immergitur,* 313.
pondera ab illo, in his amissa, sunt inter se ut horum densi- 314.
tates *. Utendum hic bilance hydrostaticis Experimentis *297. 288.
adaptata *; ulterius vitri frustum solidum requiritur cujus- *271.
cunque figuræ ut C, quod capillo equino, unco alterius TAB. XXI. fig. 5.
bilancis, suspendi potest. Requiritur & pondus P, quod fig. 6.
cum vitro C aqua immerso æquiponderet, ut repræsenta-
tur in fig. 4. Differentia inter pondus P & pondus vitri fig. 4.
C, quando hoc aqua extrahitur, est pondus a corpore in aqua amissum; notetur hoc, ut in omnibus Experimentis serviat; est in nostra machina gr. 722. Suspendatur corpus in alio quocunque liquido, nisi ejusdem densitatis fuerit cum aqua, non servabitur æquilibrium, instauretur hoc pondere lanci uni aut alteri imposito: si lanci A, addatur illud differentiæ memoratæ gr. 722.; si lanci B, subtrahatur illud ab eodem numero, & eo in utroque casu, ut patet, determinatur pondus a corpore amissum, id est, pondus densitatem liquidi exprimens.

EXPERIMENTUM 3.

Oleo terebinthinæ immergatur pondus C, lanci A suspensum, dum pondus P lanci B adhæret; lanci B impositis gr. 94. æquilibrium datur. Lacte eodem modo pondus C immergatur, ut bilanx ad æquilibrium redeat, pondus 22. gr. in lance A requiritur. Subtracto primo numero e 722., &

huic secundus si addatur, habemus 628. & 744., densitates memoratorum liquidorum exprimentes, dum 722. ipsius aquæ densitatem designat.

CAPUT V.

De hydrostatica Solidorum comparatione.

IN omnibus corporibus homogeneis, & æqualibus, den-
*288. sitates sunt ut pondera *; in inæqualibus ejusdem ponde-
*289. ris densitates sunt inverse ut volumina *; si ergo & volumi-
na & pondera differant, densitatum ratio est composita, ex
315. directa ponderum, & inversa voluminum; & ideo *divi-
dendo pondera per volumina dantur densitates*, id est, dan-
316. tur numeri, qui sunt inter se ut hæ densitates.

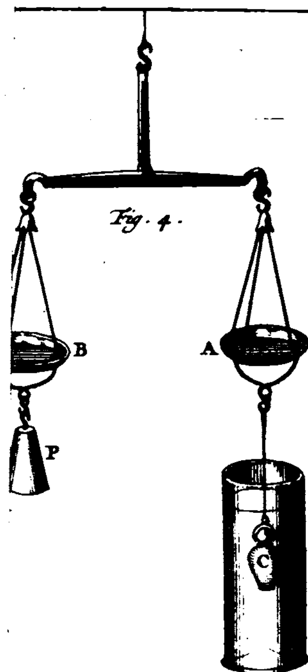
In omnibus corporibus, adhibita libra, pondera compa-
rantur; volumina deteguntur *immergendo corpora eodem li-
quido; pondera* enim *ab iis amissa sunt ut ipsorum volumi-
* 299. na* *.

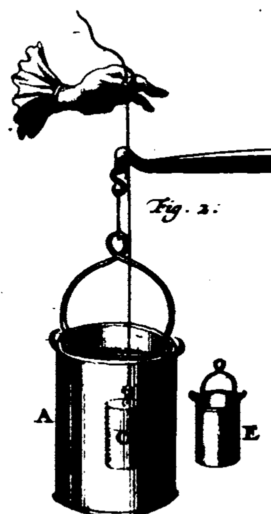
317. Hic iterum bilanx hydrostatica usu venit *, ut & vas vi-
TAB. XXI. fig. 7. treum ut D, cui corpora comparanda imponuntur; requiri-
* 271. tur etiam pondus ut P (fig. 6.), quod cum hoc vase æquipondere-
ret; & tandem pondus p (fig. 8.) æquale ponderi quod vas
D, quando in aqua suspenditur, amittit.

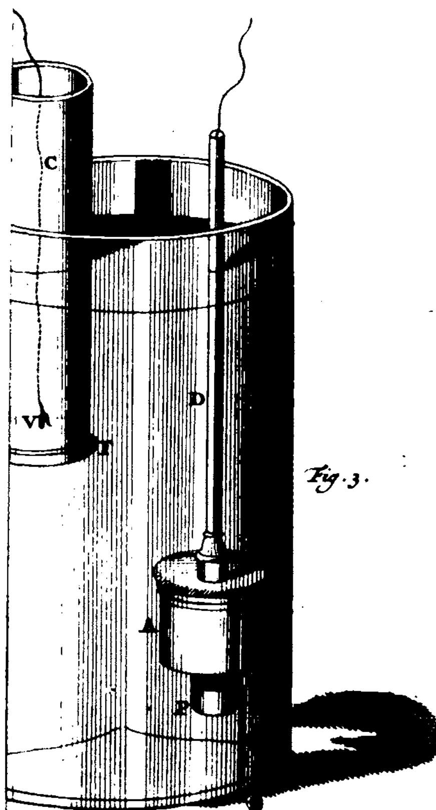
Annectitur, ope capilli equini, vas D, loco corporis C, (vide fig. 4.) lanci A, & pondere P lanci B appenso, datur æquilibrium; corpus, cujus densitas quæritur, vasi D, ut dictum, imponitur, & ponderatur; aqua vas cum corpore, descensu bilancis, immergitur; lanci B imposito pondere p, quo æquilibrium instauratur respectu vasis D, adjicitur quantum ponderis ulterius requiritur ut æquilibrium detur; hocque est pondus a corpore ponderato amissum; per hoc ergo pondus ipsius corporis dividendum est, ut habeamus den-
* 315. sitatem *.

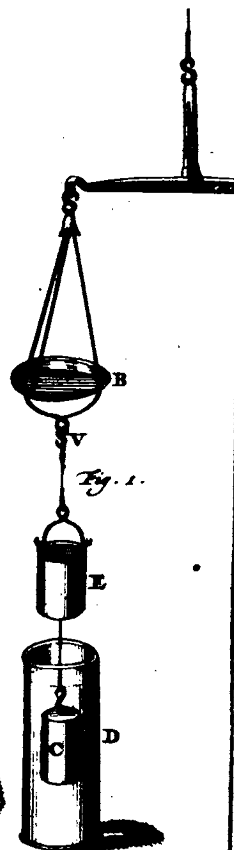
EXPERIMENTUM I.

Pondus auri 137. gr. amittit in aqua gr. $7\frac{1}{4}$. Pondus argen-


Fig. 4.
B
A
P
C


Fig. 2.
A
E


C
D
V
T
Fig. 3.
A
P


B
V
Fig. 1.
E
D
C

genti 248. gr. amittit in aqua 24. gr. sunt ergo illorum densitates ut $18\frac{26}{29}$ ad $10\frac{1}{3}$, id est, fere ut 11. ad 6.

Annectendo corpus cujus densitas quæritur, & quod liquido gravius est, corpori liqudo leviori, etiam densitas detegitur.

Sit machina A, similis machinæ in capite præcedenti descriptæ *, in inferiori parte cum hac cohæret annulus DE, ut & in superiori parte annulus FG; proprio pondere globus pro parte tantum aqua immergitur. Usui hæc Machina adaptari nequit, nisi, quantum ponderis corpus quodcunque in aqua amittat, alia quacunque methodo constet; notumque ideo ponimus $109\frac{7}{10}$ gr. plumbi in aqua ponderare 100. gr.; imponantur ideo tot gr. annulo DF, quo machina, in aquam immissa, descendit ad *a*; annulo FG grana quædam ad libitum, ex. gr. octo, imponantur, & machina descendet ad *c*; spatium *ac* dividatur in partes octo, divisionesque sursum & deorsum continuentur, divisioque *a* pro centesima habeatur, divisio *c* erit centesima octava, omnium infima in hac figura erit nonagesima septima. Clare patet, si n. 307. conferatur cum præparatione memorata, divisionem, ad quam machina in aqua descendit, indicare pondus granorum, quo machina gravatur; imposito ideo corpore annulo DE, illius pondus in aqua determinatur; subtrahendo hocce pondus ab illius pondere extra aquam, datur pondus in aqua amissum; per quod, si pondus extra aquam dividatur, densitas, ut in principio hujus capitis dictum, detegitur. 318. TAB. XXII. fig. 5. * 312.

Quando per pondus corporis machina non satis immergitur, hujus pondus augetur imposito pondere annulo FG, ut sequenti Experimento patebit.

EXPERIMENTUM 2.

Frustum æris, centum gr., annulo DE imponitur, quo machinæ globus non immergitur; pondus quodcunque, ex. gr. septemdecim gr., imponatur annulo FG, & Machina descendit ad *b*, id est, ad divisionem 105.; quod probat tot granis Machinam gravari, ex his 17. ultimo memorata subtrahantur, reliqua 88. sunt pondus frusti memorati æris

in aqua; quod ergo amittit 12. gr.; per quæ si pondus centum gr. dividatur, habemus $8\frac{1}{3}$. exprimens æris densitatem; eodem modo cum aliis corporibus quibuscunque procedendo, conferuntur horum densitates.

Methodus hæc variis obnoxia est difficultatibus; præcedens omnium est optima.

CAPUT VI.

De Resistentia Fluidorum.

319. O*Mnia corpora, quæ in fluidis moventur, resistentiam patiuntur, quæ ex duabus causis oritur. Prima est partium liquidi cohæsio*; corpus in motu suo, separans liquidi particulas, superare debet vim cum qua hæ cohærent, quo motus illius retardatur. *Secunda est inertia materiæ*, quæ omnibus corporibus competit *, unde certa vis requiritur, qua particulæ e loco dimoveantur, ut corpori transitum præbeant: corpus ad particulas removendas in illas agit, hæ illius motum reactione minuunt.

* 12

320. *Retardatio ex* prima causa, *cohæsione partium*, in eodem spatio, manente eodem corpore, est semper eadem, quæcunque fuerit corporis velocitas; eadem in omni casu cohæsio superanda est; crescit igitur hæc resistentia cum spatio percurso, in qua etiam ratione crescit velocitas *; *est* idcirco *ut* ipsa *velocitas*.

* 53.

321. *Resistentia ex materiæ inertia, quando idem corpus per varia liquida, eadem cum celeritate, movetur*, sequitur proportionem materiæ eodem tempore removendæ, quæ *est ut liquidi densitas*.

322. *Quando idem corpus per idem liquidum, variis cum celeritatibus, fertur, resistentia hæc crescit* cum numero particularum in quas tempore æquali corpus impingit, qui numerus est ut spatium eo in tempore percursum, id est, ut velocitas; sed crescit ulterius hæc resistentia in ratione vis, cum qua corpus in singulas particulas incurrit, quæ vis est etiam ut

ut corporis celeritas: sic si velocitas fuerit tripla, resistentia est tripla, ex triplo numero particularum eodem tempore ex loco removendarum, est etiam tripla ex ictu triplo fortiori in singulas particulas; tota ergo resistentia est noncupla, id est, *ut quadratum velocitatis.*

Corpori ergo, in liquido moto, partim resistitur in ratione velocitatis, partim in hujus ratione duplicata. *Resistentia ex cohæsione partium in liquidis, si glutinosa excipias, non est admodum sensibilis* respectu resistentiæ alius, & cum hæc crescat in ratione quadrati velocitatis *, illa in ipsa ratione velocitatis *, quo magis celeritas crescit, eo magis hæ resistentiæ inter se differunt; quare *in motibus celerioribus* hæc *sola consideranda venit, quæ est ut quadratum velocitatis.* 323. * 222. * 220. 324.

In sequentibus non loquor de liquidis glutinosis, neque de motibus lentioribus, in quibus resistentia ex cohæsione partium consideranda venit.

Si liquidum vasi figura prismatis donato *includatur, & per illud moveantur, celeritate æquali* & directione ad latera prismatis parallela, *duo corpora, unum sphæricum, alterum cylindricum, ita ut diameter basis hujus corporis sit æqualis diametro sphæræ, cylindrusque feratur juxta directionem sui axis, corpora hæc eandem patientur resistentiam.* Ut illud demonstretur, concipiendum corpora quiescere, liquidum vero eum celeritate quam corpora habuere per vas moveri; eo motus relativus corporum & liquidi non mutatur; actiones ergo corporum in liquidum & liquidi in corpora non variantur. Retardatio quam liquidum patitur, transeundo juxta corpus, ex eo solo oritur, quod ibi illud in spatium magis angustum redigatur; sed pyxidis capacitas æqualiter ab utroque corpore minuitur; retardationem ergo æqualem corpus utrumque producit, &, propter actioni æqualem reactionem, liquidum æqualiter agit in corpus utrumque; quare etiam utrumque æqualiter retardatur, quando hæc moventur, liquidum vero quiescit. 325.

Hæc demonstratio, licet vas augeatur, æqualiter procedet, & in liquido infinito compresso locum habebit: idcirco *ad* 326.

cor-

corpora alte immersa referri poterit. Agitur hic de liquido continuo, & cujus partes pressione in minus spatium redigi nequeunt; aliter accumulatio dabitur ad partes anticas corporis, relaxatio vero ad partes posticas; idque eo magis, quo magis corpus est obtusum, quod etiam majorem in motu liquidi irregularitatem, ut & retardationem majorem in motu corporis producet.

327. *Quando corpus in liquido quocunque movetur juxta superficiem*, ad partes corporis anticas elevatur liquidum, ad posticas deprimitur; majoresque sunt hæ elevationes & depressiones, *quo magis corpus est obtusum, & eo hoc magis retardatur*; major etiam in motu liquidi in hoc casu datur irregularitas, qua corporis retardatio adhuc augetur.

328. *Hæc etiam obtinent, si corpus non alte immergatur*, in quo tamen casu liquidi irregularitas præcipua retardationis causa est.

Ut ergo hæ irregularitates seponantur, consideranda sunt corpora alte immersa, & circa ea regulæ tradendæ sunt, quibus, in variis casibus, inter se possint conferri retardationes. Corpora ponimus sphærica, licet demonstrationes eodem modo procedant in omnibus corporibus similibus & similiter motis.

329. Notandum hic *resistentiam a retardatione distingui debere*; resistentia retardationem producit; *quando agitur de eodem corpore, illam pro hac usurpare licet*, quia eandem sequuntur proportionem; positis vero corporibus diversis,

330. eadem resistentia sæpe retardationes diversas generat: *ex resistentia datur motui corporis motus contrarius, retardatio est celeritas, ipsa resistentia est hujus motus quantitas.*

331. *Dentur corpora æqualia sed diversæ densitatis, æquali cum velocitate per idem liquidum mota*; liquidum eodem modo in utrumque agit; eandem ergo patiuntur resistentiam, *retardationes* vero diversas; & *sunt* hæ *inter se* ut celeritates, quæ iisdem viribus, in corporibus propositis,

* 330. generari possunt *; id est, sunt inverse ut quantitates mate-

teriæ in hisce corporibus *, aut *inverse ut* horum *densitates* *. * 65. * 288.

Positis autem *corporibus ejusdem densitatis sed inæqualibus, æque celeriter, per idem fluidum, motis*, crescunt resistentiæ in ratione superficierum, id est, ut quadrata diametrorum; quantitates materiæ augentur in ratione cuborum diametrorum; resistentiæ sunt motus quantitates, retardationes sunt celeritates ex iis oriundæ *; dividendo quantitates motus per materiæ quantitates, dantur celeritates *; *sunt* ergo *retardationes* ut quadrata diametrorum directe, & ut cubi diametrorum inverse, id est, *inverse ut ipsæ diametri*. 332. * 330. * 64.

Si corpora fuerint æqualia, æque velocia, ejusdem densitatis, sed per liquida varia mota, retardationes sunt ut liquidorum densitates *. 333. *329. 321. 323.

Quando corpora æque densa, & æqualia, per idem liquidum, variis velocitatibus, feruntur, retardationes sunt ut quadrata velocitatum *. 334. *329. 324.

Possunt ex dictis inter se conferri *motuum quorumcunque retardationes*; *sunt* enim hæ 1. *ut velocitatum quadrata* *; 2. *ut liquidorum, per quæ corpora moventur, densitates* *; 3. *inverse ut corporum diametri* *; 4. *tandem inverse ut ipsorum corporum densitates* *. 335. * 334. * 333. * 332. * 331.

Numeri, in harum rationum ratione composita, proportionem retardationum exprimunt. Multiplicando quadratum velocitatis per liquidi densitatem, & productum dividendo per productum diametri corporis per hujus densitatem, & sic operando pro variis motibus, divisionum quotientes prædictam rationem compositam inter se servabunt.

Possunt & hæ retardationes inter se conferri, comparando resistentiam cum gravitate. Demonstratur *resistentiam cylindri, juxta axis directionem moti*, cui æqualis est resistentia sphæræ ejusdem diametri *, *æqualem esse ponderi cylindri ex liquido, per quod corpus movetur, basin æqualem cum corpore habentis, & cujus altitudo est dimidium altitudinis, a qua corpus in vacuo cadendo potest acquirere velocitatem, cum qua per liquidum cylindrus memoratus mo-* 336. * 325.

vetur. Ex data corporis moti celeritate cylindri liquidi altitudo detegitur, ut & hujus pondus ex notis liquidi gravitate specifica & corporis diametro. Globus ex. gr. diametri trium pollicum per aquam moveatur, celeritate qua in tempore minuti secundi sedecim pedes potest percurrere; ex
* 157. 158. iis quæ de corporibus cadentibus & pendulis dicta sunt*,
134. ut & per Experimenta pendulorum, fuit detectum, hanc esse celeritatem, quam corpus cadendo ab altitudine quatuor pedum acquirit; pondus ergo cylindri aquei, diametri trium pollicum, & altitudinis duorum pedum, id est, pondus circiter sex librarum & trium unciarum, æquipollet resistentiæ globi prædicti.

337. *Resistentia* sic detecta, *dividatur per pondus corporis*, quo
* 79. quantitas materiæ in hoc designatur*, *dabitur retardatio* *.
* 330.
* 335. Qua regula non diversa, quam per præcedentem *, proportio inter varias retardationes detegitur.

Motuum directorum retardationibus consideratis, transeundum ad motum pendulorum.

338. Penduli, in vacuo oscillantis, arcus adscensu, celeritate descendendo acquisita, descriptus æqualis est arcui descensu descrip-
* 151. to*; in liquido non itidem, & eo major est inter hos arcus differentia, quo major est resistentia, id est, si agatur de iisdem liquido & pendulo, quo major est arcus descendendo descriptus.

339. *Sit liquidi resistentia in ratione ipsius velocitatis, & pendula duo, omnino similia, in cycloide oscillantia, inæquales peragant vibrationes, eodemque momento cadere incipiant*; moveri inchoant cum viribus quæ sunt ut arcus descensu
* 156. describendi *; si hæ impressiones primi momenti solæ considerantur, post tempus quodcunque celeritates erunt in eadem ratione ac in principio; nam retardationes, quæ
* 329. sunt ut ipsæ velocitates *, harum proportionem immutare nequeunt; ratio enim inter quantitates non mutatur, additione aut subtractione quantitatum in eadem ratione. Temporibus igitur æqualibus, utcunque inter movendum ex resistentia mutetur corporis celeritas, spatia percurruntur quæ
* 53. sunt ut vires in principio *, id est, ut arcus descensu describendi; idcirco post tempus quodcunque corpora sunt

in horum arcuum punctis respondentibus. In hisce autem punctis vires generantur in eadem ratione quam in principio *; & proportio celeritatum, quæ ex resistentia non variatur, ex gravitate etiam nullam mutationem patitur. In adscensu gravitas motum corporum retardat, sed in punctis respondentibus illius actiones sunt in eadem ratione quam in descensu. Ubique ergo in punctis respondentibus celeritates sunt in eadem ratione. Cum autem iisdem momentis corpora sint in hisce punctis respondentibus, sequitur motum amborum eodem momento destrui, id est, *iisdem temporibus vibrationes absolvi*. Spatia in tempore unius vibrationis percursa sunt ut vires quibus percurruntur; id est, *arcus integrarum vibrationum sunt ut arcus descensu descripti*, quorum duplum sunt arcus in vacuo describendi. *Defectus arcuum in liquido descriptorum ab arcubus in vacuo describendorum* sunt differentiæ quantitatum in eadem ratione, & *sunt ut arcus descensu descripti*.

* 156

340.

341.

Ex eo quod eadem inter hosce varios arcus proportio detur, sequitur *celeritates in punctis respondentibus arcuum descriptorum esse ubique ut arcus descensu descripti*; hæc enim puncta respondentia sunt etiam puncta respondentia arcuum in vacuo describendorum, in quibus hanc proportionem locum habere demonstravimus. 342.

Crescat nunc *resistentia in ratione duplicata velocitatis, & vibrationes inæquales peragat corpus pendulum, majores erunt magis diuturnæ*, propter resistentiam magis crescentem quam in casu n. 239. 343.

Celeritates tamen, *positis arcubus non admodum inæqualibus, in arcuum descriptorum punctis respondentibus, sunt ubique quam proxime in* eadem ratione, & quidem *ratione arcuum descensu descriptorum*. Si resistentia esset in ratione celeritatis, hæc proportio obtineret *, nunc vero turbatur propter majorem resistentiam in majori vibratione, qua motus in hac magis minuitur. Sed duplici ex causa magis acceleratur. 1. Vibratio hæc major diutius durat *, corpusque diutius hæret in certo spatio quam in spatio respondenti in vibratione minori, & per longius tempus acceleratur. 344.

* 342.

* 343.

2. Defectus arcus descripti, ab arcu in vacuo describendo; major est, servata proportione, in vibratione majori; quia in hac resistentia magis differt a resistentia in minori vibratione, quam in n. 241: puncta ergo respondentia, servata proportione, magis a puncto infimo in arcu majori quam in minori distant, quamdiu in hoc corpus descendit; major ideo, servata proportione, in illo datur acceleratio, quia vis, quæ continuo in corpus agit, est ut hujus distantia
* 156. a puncto infimo *. Datur ergo compensatio, & memorata proportio restituitur. In adscensu corporis, duratio retardationis concurrit cum resistentia ad hanc turbandam proportionem, sed nunc minus in majori arcu puncta respondentia, servata proportione, a puncto infimo distant, quam in minori, & ex gravitate minor, servata proportione, retardatio datur; & ita jam, servata proportione, crevit differentia distantiæ punctorum respondentium a puncto infimo, ut ex hoc solo facile compensatio detur.

Resistentiæ, quæ sunt ut quadrata celeritatum, sunt igitur ubique in punctis respondentibus, ut quadrata arcuum descen-
* 329. su descriptorum; in qua etiam ratione retardationes sunt*; cum harum singulæ in punctis respondentibus eandem servent proportionem, in ea etiam erunt proportione summæ omnium, id est, retardationes integræ, quæ sunt defectus arcuum in liquido descriptorum, ab arcubus in vacuo describendo-
345. rum; aut quod idem est, *differentiæ inter arcus descensu & adscensu proximo descriptos.* Hæ ergo differentiæ, *si vibrationes non fuerint admodum inæquales, sunt quam proxime ut quadrata arcuum descensu descriptorum.* Quod etiam Experimentis in vibrationibus majoribus confirmatur; in hisce enim proportio resistentiæ, de qua hic agitur, locum
* 324. habet *.

346. TAB. XXII. fig. 6. Arca ABFGD, longitudinis trium pedum, latitudinis & altitudinis unius pedis, aqua impletur; unco V, medio Arcæ respondenti, pendulum Vp suspenditur; constat hoc ex filo ferreo longitudinis septem aut octo pedum, & ex globo plumbeo p diametri unius pollicis cum semisse; quando pendulum quiescit, distat globus ab Arcæ fundo tres pol-

pollices. In P globus major plumbeus, diametri trium pollicum, cum memorato filo ferreo jungitur, ut globus *p* in aqua minus retardetur.

Juxta latitudinem Arcæ, super hujus ora, moveri potest tabula lignea altitudinis circiter quinque pollicum, cui applicantur regulæ divisæ æneæ, EG, EG, & indices MM, ad angulos, a pendulo descensu & adscensu descriptos, mensurandos, methodo in n. 170. p. 51. tradita.

EXPERIMENTUM.

Regulæ EG, EG ita disponantur, ut extremitates G, G pendulo respondeant quando hoc quiescit, & ut inter illas extremitates distantia detur æqualis diametro fili ferrei, cui corpora P*p* cohærent. Applicetur index unus divisioni 16. regulæ, & alter divisioni 14. alterius regulæ, ab illo indice dimittatur pendulum, ad hunc fere adscendet. Si pro hisce divisionibus adhibeantur 20. cum 16$\frac{7}{8}$. eodem modo procedet Experimentum; ut & quando divisionibus 24. & 19$\frac{1}{2}$. indices applicantur. Notandum aquam perfecte debere quiescere.

Arcus descensu in hoc Experimento descripti sunt inter se ut 4. 5. & 6., quorum quadrata sunt 16. 25. 36.; differentiæ horum arcuum cum arcubus adscensu descriptis sunt 2, 3$\frac{1}{8}$ 4$\frac{1}{2}$ qui numeri sunt inter se ut prædicta quadrata, ut patet multiplicando hos per octo.

Corpus in liquido libere descendens acceleratur, ex gra- 347.
vitate respectiva corporis, quæ continuo in hoc agit; *non tamen æquabiliter* ut in vacuo *. Ex liquidi resistentia datur retardatio, id est, accelerationis diminutio, quæ diminutio cum corporis velocitate augetur. *Datur etiam veloci-* 348.
tas maxima, quam corpus cadendo acquirere potest; nam si hujus velocitas talis fuerit ut *resistentia ex ea oriunda, æquipolleat ponderi respectivo corporis*, accelerari hujus motus non amplius potest; motus enim, qui continuo a gravitate respectiva generatur, a resistentia destruetur, & æquabiliter corpus progredi cogetur: *ad* illam *celeritatem maximam corpus ca-* 349.
dendo continuo accedit, illam verò acquirere nunquam potest.

* 129.

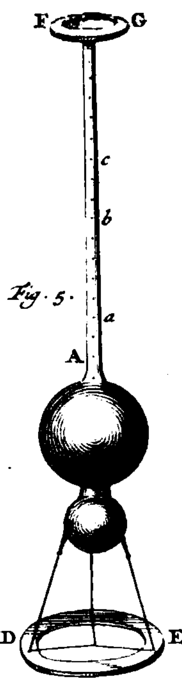
Quando liquidi & corporis densitates dantur, datur pondus respectivum corporis, & ex nota corporis diametro, detegi potest, a qua altitudine cadendo in vacuo* corpus potest acquirere velocitatem, ut resistentia, in liquido,
* 336. valeat pondus illud respectivum *, quæ erit velocitas maxima memorata.

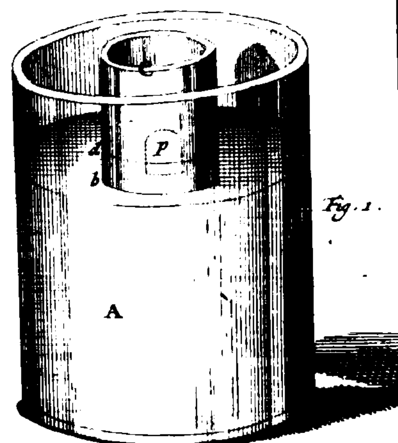
Si agatur de sphæra, notum est, hanc esse æqualem cylindro ejusdem diametri, & altitudinis duarum partium ter-
350. tiarum hujus diametri; quæ *altitudo* est augenda in ratione, in qua pondus corporis respectivum superat liquidi pondus, ut habeamus altitudinem *cylindri liquidi, cujus pondus æquet pondus respectivum corporis*; hæc autem altitudo *si duplicetur,*
datur *tur altitudo, a qua cadendo in vacuo corpus acquirit velocitatem, quæ resistentiam huic ponderi respectivo æqualem ge-*
* 336. *nerat* *; *& quæ ideo est velocitas maxima, quam, cadendo*
* 348. 349. *ab altitudine infinita, in liquido corpus acquirere potest* *.

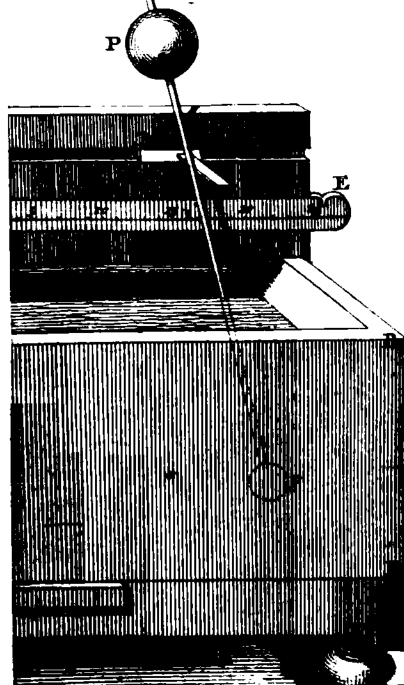
Plumbum undecies gravitate aquam superat, quare pondus illius respectivum ad aquæ pondus est ut 10. ad 1.; globus ergo plumbeus, ut ex dictis sequitur, non majorem cadendo per aquam potest acquirere velocitatem, quam in vacuo cadendo, ab altitudine tredecim diametrorum suorum cum parte tertia.

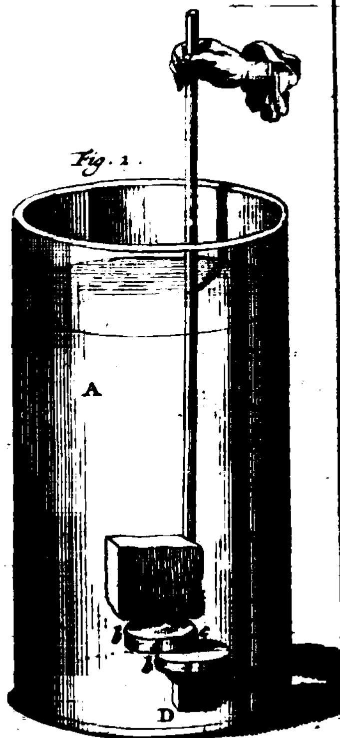
351. *Corpus liquido levius, & in illo ex actione liquidi adscendens, plane iisdem legibus cum corpore graviori in liquido cadente movetur.* Corpus ubicunque ponatur a liquido sustinetur & in altum fertur, vi quæ valet differentiam ponderis quantitatis liquidi, ejusdem voluminis cum corpore, ab hujus pondere, ut patet ex n. 293. collato cum n. 292; datur ergo vis, quæ connuo æquabiliter in corpus agit, qua non modo actio gravitatis corporis destruitur, ita ut hæc, in hoc casu, non consideranda sit, sed qua etiam corpus motu æquabiliter accelerato in altum fertur, eodem modo ac corpus liquido gravius descendit gravitate sua respectiva; sed eodem plane modo ex resistentia accelerationis æquabilitas, in adscensu corporis liquido levioris, quam in descensu gravioris, destruitur.

352. *Quando corpus liquido specifice gravius in hoc in altum proji-*


F
G
c
b
Fig. 5.
a
A
D
E


C
P
d
b
Fig. 1.
A


P
E


Fig. 2.
A
D

jicitur, duplici ex causa retardatur, ex corporis gravitate respectiva, & ex liquidi resistentia, *ad minorem* ideo corpus *adscendit altitudinem quam in vacuo eadem celeritate adscenderet. Defectus autem altitudinum in liquido ab altitu-* 353. *dinibus, ad quas iisdem celeritatibus corpus in vacuo adscendit*, majorem sequuntur proportionem quam ipsæ altitudines, & *in minoribus altitudinibus defectus sunt fere ut quadrata altitudinum in vacuo.*

LIBRI II. Pars II.

De Motu Fluidorum.

CAPUT VII.

De celeritate fluidi, ex pressione fluidi superincumbentis.

FLuidum inferius a superiori premitur, & quidem æqualiter versus omnes partes *; ex actioni æqua- * 275. li reactione, æquali cum vi versus omnes partes conatur recedere; idcirco *si pressio ab una par-* 354. *te tollatur, versus illam partem movetur liquidum*; & non interest *versus quamcunque partem pressio tollatur, eadem cum celeritate movetur*; quod Experimentis in capite sequenti memorandis confirmatur.

Ad eandem profunditatem celeritas est etiam ubique eadem, propter pressionis æqualitatem *; mutata vero pro- * 273. 272. funditate mutatur celeritas.

Non tamen eandem cum profunditate proportionem sequitur velocitas, licet pressio, ex qua velocitas oritur, in eadem ratione cum profunditate crescat *. Quantitas motus, * 273.

quæ

quæ in liquido producitur, est effectus totus pressionis, &
* 59. hæc quantitas ad instar pressionis augetur *. Ratio autem quantitatis motus est composita ex ratione velocitatis &
* 64. quantitatis materiæ motæ *; hic materia mota est aqua, quæ ex foramine exit, cujus quantitas, manente tempore, cum celeritate crescit; dupla erit, si hæc fuerit dupla, in
355. quo casu motus quantitas est quadrupla, id est, augetur ut *quadratum celeritatis*, quod posita celeritate quacunque semper obtinet; *crescit* ergo hocce quadratum ut pressio, id est, *ut altitudo liquidi supra foramen ex quo profluit aqua.*

356. Parallelopipedum ligneum AB, longitudinis & latitudi-
TAB. XXIV. fig. 1. nis quindecim pollicum, & altitudinis duorum pedum, aqua impletur; ita disponitur ut fundus ejus elevetur circiter octo pollicibus supra fundum horizontalem arcæ ligneæ CD, cujus longitudo est fere quatuor pedum, latitudo unius pedis cum semisse, profunditas quinque aut sex pollicum.

In E circa fundum vasis AB hæret tubus æneus horizontalis, cujus cavitatis diameter excedit semipollicem; pars anterior lamina clauditur, in cujus medio foramen datur diametri partis duodecimæ unius pollicis: foramen hocce clauditur operculo, quo pars tubi anterior obtegitur, & quod cum hoc ope cochleæ jungitur.

Celeritates, cum quibus aqua aperto foramine ex E exit, inter se ope hujus machinæ conferuntur. Moveatur ex. gr. per EL, & in L perveniat ad fundum vasis CD; motus hicce potest resolvi in duos motus, unum per EI horizontalem, juxta directionem quam aqua dum ex foramine exit sequitur, alterum per IL verticalem; primus est æquabilis, & aqua, celeritate cum qua exit, percurrit
* 209. spatium EI, dum cadendo percurrit IL *; quæcunque fuerit celeritas, IL non mutatur, quia EI & vasis fundus sunt horizontales; ergo neque tempus mutatur, in quo variæ lineæ ut EI possunt percurri, sunt ideo hæ ut celeri-
* 53. tates cum quibus aqua exit *; mensurando distantiam, ad quam aqua prosilit, datur linea EI.

Ex-

EXPERIMENTUM 1.

Detur aqua in vase A B, ad altitudinem quinque pollicum supra foramen in E, mensuretur distantia ad quam prosilit; si aqua ulterius infundatur, ita ut altitudo sit viginti pollicum, ad distantiam duplam prosiliet. Quadrata distantiarum sunt hic ut aquæ altitudines, in qua etiam ratione quadrata celeritatum.

Velocitas liquidi, ad profunditatem quamcunque, eadem est, 375.
quam corpus, ab altitudine, profunditati æquali, cadendo acquirere potest. Nam crescit liquidi velocitas, quando profunditas foraminis infra liquidi superficiem augetur, in eadem ratione, in qua celeritas corporis cadentis augetur, quando spatium cadendo percursum crescit *; & in initio *355. 131. 130.
hæ velocitates sunt æquales; in liquido enim partes supremæ, ut & corpus in principio casus, sola gravitate descendere conantur.

EXPERIMENTUM 2.

Eadem, cum præcedenti Experimento, Machina hocce peragitur; vas A B aqua impletur, & tubus cum foramine, similis tubo E, datur in F, ita ut altitudo superficiei supremæ aquæ supra fundum vasis C D hoc foramine in duas partes æquales dividatur, aqua ex hoc foramine ad M prosilit, ita ut distantia horizontalis puncti M a foramine sit dupla ipsius altitudinis foraminis supra fundum vasis C D; percurrit ergo aqua motu æquabili, celeritate cum qua exit, in tempore in quo corpus cadere potest ab F ad fundum vasis C D, spatium duplum hujus altitudinis, & ideo movetur cum celeritate quam corpus ab hac altitudine cadendo potest acquirere *; hæc autem altitudo æqualis est altitudini superficiei aquæ supra foramen. * 134.

TAB. XXIV. fig. 1.

CAPUT VIII.

De Liquidis prosilientibus.

L*Iquidum verticaliter ex foramine prosiliens* ea cum celeritate in altum adscendit, cum qua *ad altitudinem* 358.
superficiei supremæ liquidi pervenire potest *; *nunquam* ta- * 357. 137. 357.

R men

men ad illam altitudinem *pertingit*; illudque variis ex causis. 1. Celeritas, qua liquidum in altum adscendit, omnibus momentis minuitur, & columna liquidi prosilientis constat ex partibus, ad varias altitudines, celeritate diversa motis: columnæ ubique ejusdem crassitiei partes omnes necessario eadem celeritate moventur; prædicta columna fit ergo latior omnibus momentis, dum liquidi celeritas minuitur; quod ex impetu liquidi insequentis oritur, & ex natura liquidi impressioni cuicunque cedentis & facile versus omnes partes moti; ex hoc impetu motus ubique retardatur. 2. Minuitur & hicce motus ex liquido quod, cum totum motum amisit, hæret in superiori parte columnæ, & a liquido insequenti sustinetur per momentum temporis, antequam ad latera defluat, quo liquidum hoc in sequens retardatur, quæ retardatio toti columnæ communicatur. 3. Attritu juxta latera foraminis minor est liquidi prosilientis celeritas; qui attritus augetur, quando per tubos & epistomia liquidum deducitur. 4. Tandem aëris resistentia motui liquidorum remoram facit.

Causam primam retardationis memoratam corrigi minime posse nemo est qui non videt.

Secunda corrigitur paululum inclinando liquidi directio-
359. nem, ut per se patet; & hæc est ratio, quare *liquidum, per directionem paululum inclinatam, altius, quam verticaliter prosiliens, adscendat.*

EXPERIMENTUM I.

TAB. XXIV. Machinæ superius descriptæ *, ope cochleæ in N jun-
fig. 2. gitur tubus curvus NO, ex quo aqua per foramen exiguum
* 356. in altum prosilit verticaliter; convertendo paululum tubum, quod facile fit propter cochleam in N, inclinatur directio motus aquæ, & altius hæc adscendit. Hac autem inclinatione spectaculi amoenitas destruitur.

Circa tertiam causam retardationis notandum, majorem, servata proportione, dari attritum in minoribus foraminibus quam in majoribus; ex aucta celeritate attritus etiam au-
360. getur: quare *foramina cum altitudine aquæ prosilientis sunt augenda.*

Ex-

Extremitates tuborum, ex quibus aqua prosilit, vulgo figuram coni truncati habent, ut in P repræsentatur; in qua extremitate magnum aqua attritum patitur & irregulariter movetur, motuque irregulari in altum exit. Corriguntur hæc *obtegendo extremitatem tubi lamina plana & polita, in qua foramen datur*; *altius* enim tunc *aqua prosilit*, & quia motu omnino regulari adscendit, *perfecte est translucida*.

TAB. XXIV. fig. 3.

361.

EXPERIMENTUM 2.

Detur tubus memoratus P, ut & cylindrus Q, ab una parte, lamina perforata, clausus; hi separatim ope cochleæ jungantur extremitati O tubi NO (fig. 1.); manente aqua ad eandem altitudinem in vase AB, prosiliat ex tubo P, & ex cylindro Q; & prædicta plenissime confirmata erunt. TAB. XXIV. fig. 3.

Tubi, per quos aqua ex receptaculo deducitur, latissimi, respectu foraminis, requiruntur; ut lente aqua in hisce tubis moveatur, & sensibilis attritus non detur. Ex eadem ratione *epistomiorum aperturæ latissimæ desiderantur*. 362. 363.

EXPERIMENTUM 3.

Vasi AB, ad eandem altitudinem cum tubo F, inseritur epistomium H; tubus, in quo epistomium datur, lamina clauditur eodem modo ac tubus F, & similiter hæc lamina perforatur; ipsius epistomii apertura est quartæ partis unius pollicis. Aqua, quæ per hoc epistomium transit, in spatium magis angustum redigitur quam quæ per tubum F movetur; hæc magis est translucida, & ad majorem distantiam prosilit. TAB. XXIV. fig. 1.

Resistentia aëris sensibilem in motu liquidorum exerit effectum; inter liquida ipse refertur, ut in Parte sequenti dicetur, idcirco hic obtinent quæ de adscensu corporis cujuscunque in liquido dicta sunt; & *in altitudinibus minoribus, defectus altitudinum ab altitudinibus in vacuo* sunt in ratione quadratorum harum altitudinum *; id est, sepositis cæteris retardationum causis, *sunt in ratione quadrati altitudinis liquidi supra foramen*. Præter hanc resistentiam, datur & alia minime contemnenda aëris actio in liquidum prosiliens. Circumdat ille totam columnam liquidi salientis, motuique hujus, quo ad latera sese expandit dum latior fit, resistit, & major vis liquidi insequentis 364.

* 353.

requiritur, quam si hæc resistentia sublata esset; resistit ergo aër etiam pressione laterali. Resistentia ex liquidi ictu in aërem crescit cum superficie impingenti, id est, si maneat celeritas, augetur cum foramine, in qua etiam ratione crescit quantitas materiæ motæ, & hujus respectu non interest cujuscunque magnitudinis fuerit foramen.

Pressio lateralis sequitur proportionem superficiei columnæ; materia mota, quæ manente celeritate est in eadem ratione cum motus quantitate *, sequitur proportionem totius
* 62. columnæ, id est, quadrati superficiei hujus; magis ergo, si foramen augeatur, crescit motus quantitas quam ipsa causa re-
365. tardans; *in majoribus* ideo *liquidorum prosilentium altitudinibus*, ut pressio lateralis, quæ, cum diutius agat majorem actionem exerit, melius superari possit, *majora desiderantur foramina*; quod & in eodem casu ex alia causa requiri
* 360. antea diximus *: in quo loco ut & hic majora foramina pro majoribus tantum altitudinibus necessaria ponimus, licet demonstrationes probent hæc foramina, in majoribus altitudinibus maxime necessaria, in genere esse anteponenda.

Magna foramina etiam motui obstant; nam major datur superficies, cui incumbit liquidum altissimum, quod totum motum amisit, ibique diutius hæret antequam ad latera defluat. Ex hisce duobus effectibus contrariis, simul junctis,
366. *datur in omnibus altitudinibus certa foraminis mensura, per quod liquidum ad maximam quam potest adscendit altitudinem.* Regulæ tamen de determinando foramine dari nequeunt, quia latitudo tuborum, per quos aqua deducitur, horumque inflexiones illud mutant, ita ut variatio in infinitum detur.

367. Circa maximas altitudines notandum, *magnitudinem foraminis, ut & altitudinem, ad quam liquidum adscendere potest, limites suos habere*, quos excedere vetitum. Liquidum non solum illud ex foramine exit, quod huic respondet, sed, ut fluxus continuus detur, liquidum vicinum continuo adfluit, quod oblique movetur, & dum prosilit motu composito agitatur, & motus verticalis liquidi prosilientis turbatur; quo majus est foramen, eo major est perturbatio ex hac causa oriunda, & in aquis prosilientibus nunquam foramina pollicem unum cum

cum quadrante excedere debent. Quando liquidi celeritas nimia est, tanta cum vi in aërem impingit, ut in guttas dispergatur; in quo casu minuendo celeritatem altitudo ad quam adscendit liquidum augetur, & altitudo datur quæ est omnium maxima ad quam liquidum adscendere quit; hæcque in aqua prosilienti, vix centum pedes superat.

Liquida, quæ oblique prosiliunt, non ex tot causis neque 368.
tantum quam verticaliter prosilientia retardantur. Secunda retardationis causa antea memorata * hic locum non habet, * 358.
& effectus primæ minor est; de cætero hic locum habent quæ de solidis oblique projectis dicta sunt in capite XXIV. lib. 1. a num. 212. ad finem usque capitis; & *liquidum ut innumera soli-* 369.
da sese mutuo insequentia & eandem viam percurrentia considerari potest. In motu liquidi via percursa sensibilis est, & quæ de solidis oblique projectis dicta sunt ope liquidorum ad Experimentum revocantur; ad quod hydrargyro utendum, propter hujus liquidi, præ cæteris, gravitatem specificam. Hæc autem Machina peculiari instituenda sunt Experimenta.

Arca lignea A B C D E F H longitudinis est quatuor pe- 370.
dum cum semisse, latitudinis octo aut decem pollicum, alti- TAB. XXIII. fig. 1.
tudinis sex aut septem pollicum. Fundus constat ex tabula lignea excavata ad profunditatem semi-pollicis, ut melius mercurium contineat.

In extremitate H, lateris E F H, datur tabula H I, latitudinis sex pollicum, altitudinis duorum pedum, in qua datur scissura *o t*. Hujus ope parallelopipedum ligneum *f*, cui a posteriori parte cochlea cohæret, ad altitudinem quamcunque firmatur.

Parallelopipedum hoc videtur in S (fig. 2.) huic additur pyxis buxea cylindrica P, quæ sulco circumdatur, cui inseruntur laminæ duæ æneæ, quarum una videtur in *fe*, harum extremitates junguntur cochleâ *g*, qua pyxis immobilis redditur, hæc vero circa axem est volubilis quando illa relaxatur.

In fundo hujus pyxidis datur cavitas cylindrica *ab*, diametri quartæ partis unius pollicis. Habet hæc communicationem cum simili cavitate *bc*, quæ terminatur in medio cavitatis majoris *cd*, cujus diameter semi-pollicem excedit, & cui inseritur conus truncatus H buxeus, qui cum cylindro I L

 cohæret,

cohæret, ut videtur in fig. 3.

Implet exacte conus truncatus H cavitatem *cd*; firmiter in hac retinetur ope cochleæ R trajicientis laminam æneam QO, & circa axem conus hicce truncatus rotari potest.

Datur in hoc & in cylindro I L cavitas *hil* ejusdem diametri cum cavitate *bc*, & huic respondens. Cum hoc cylindro I L conjungitur tubus vitreus N M.

Tubi longitudo est unius pedis cum semisse, extremitas altera videtur in NM, (fig. 5.) quæ cohæret cum cylindro buxeo L I ad formam gnomonis excavati in *lih*; in *hc* datur cavitas major, cui inseritur conus truncatus ED, quo hæc exacte repletur, & qui in hac circa axem convertitur, ope manubrii E A.

Cavitas *hi* respondet cavitati *de*, quæ communicatur cum *fg*; pars hæc buxi annulo ferreo BQ circumdatur, in quo exiguum admodum datur foramen *g*, quod, partibus machinæ junctis, cum cavitate pyxidis P (fig. 2.) communicationem habet.

Ne tubus frangatur, extremitates L, L, cylindrorum buxeorum (fig. 3. & 5.) cum tubo applicantur regulæ ligneæ *mm* (fig. 1.). Cum hujus extremitate inferiori *m* jungitur lamina ferrea, (ut videtur in fig. 6) cujus extremitas LP BQ gnomonis dupli speciem fert: cum extremitas L (fig. 5.) cylindri buxei applicetur extremitati regulæ MN, I fig. 5. cum I fig. 6. congruit, & cochlea Q in *o* comprimit cylindrum BD fig. 5. huncque firmiter cum cylindro LI conjungit.

Machinæ omnes partes conjunctæ videntur in fig. 1.; hydrargyrum pyxidi *p* infunditur, & ex foramine *g* fig. 5. prosilit. Manente mercurio ad eandem altitudinem in pyxide, & non variata regulæ *nm* inclinatione, eadem cum celeritate, juxta directionem quancunque, prosilit hydrargyrum; variatur autem inclinatio directionis, motu manubrii *ea* (EA in fig. 5.) Angulus a directione, juxta quam mercurius ex foramine exit, cum horizonte formatus mensuratur ope quadrantis circuli divisi *q*, juxta quem movetur index

dex *f h*, qui pondere suo semper in situ verticali retinetur. Quadrans hicce videtur in fig. 7. index est F H. A posteriori parte duo dantur annuli, per quos transit manubrium E A fig. 5. ; quando manubrium hocce est in situ verticali, index cum divisione anguli 45. gr. congruit, & directio motus mercurii exeuntis in eo casu angulum semi-rectum cum horizonte efficit.

In fig. 1. prosilitiones mercurii juxta varias directiones repræsentantur: sensibiles hæ redduntur ope tabulæ ligneæ G, nigro colore indutæ, quam mercurius in motu suo fere radit; in hac, quod hic repræsentari non potuit, secundum dicta in n. 212., delineantur viæ a corpore, eadem celeritate, juxta directiones varios angulos cum horizonte formantes, percursæ; semi-circulus etiam A L fig. 5. Tab. XV. in hac tabula describitur.

Variæ tales tabulæ dantur, in quibus hæc eadem pro diversis celeritatibus repræsentantur.

Tabula fere in medio arcæ erigitur, & cohæret cum latere E F H, ita ut juxta longitudinem pyxidis moveri possit.

Celeritas mercurii prosilientis variatur mutando inclinationem regulæ *n m*; & descensu pyxidis *p* apertura, ex qua prosilit hydrargyrum, ad altitudinem delineationi in tabula congruentem disponitur.

Sistitur hydrargyri prosilitio obturando cavitatem *a b* (fig. 2.) paxillo D E (fig. 4.)

EXPERIMENTUM 4.

Partibus Machinæ conjunctis, & dispositis, ut in descriptione dictum, inclinetur regula *n m*, donec altitudo, ad quam prosilit mercurius, quando directione, quæ a verticali paululum admodum divergit, in altum adscendit, fere æquet diametrum semi-circuli in tabula G delineati. Ad talem altitudinem pyxis *p* constituatur, & tabula G disponatur, ut axis circumvolutionis cylindri B D (fig. 5.) respondeat puncto infimo semi-circuli memorati. Quomodocunque inclinetur jactus directio, hujus amplitudo semper erit quadruplum lineæ B M in semi-circulo A B L (Tab. XV. fig. 5.) Exigua quædam datur differentia, quæ præcipue ex aëris resisten- 371. TAB. XXIII. fig. 1.

resistentia oritur; quod pro Experimentis sequentibus etiam dictum sit.

EXPERIMENTUM 5.

372. Machina ut in præcedenti Experimento disposita, si prosiliat hydrargyrum per duas directiones, quarum unius inclinatio angulum semi-rectum excedit, quantum alterius inclinatio ab hoc deficit, mercurius in eodem puncto secabit lineam horizontalem quæ per semi-circuli, in tabula *G* delineati, punctum infimum transit.

EXPERIMENTUM 6.

373. Manente Machinæ dispositione, si via pro quacunque motus directione in tabula, ut in Machinæ descriptione dictum, delineata sit, & index *f h* cum divisione quadrantis, hanc denotans inclinationem, congruat, hydrargyrum in motu suo viam delineatam secuturum est. Si pro variis angulis viæ delineantur, motu manubrii *a e* successive mercurius cum diversis hisce viis congruit.

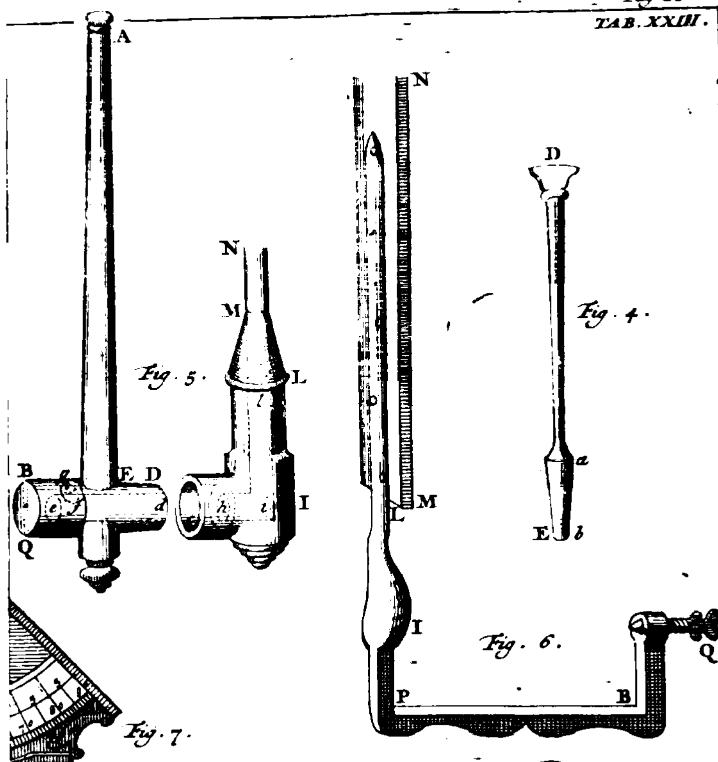
EXPERIMENTUM 7.

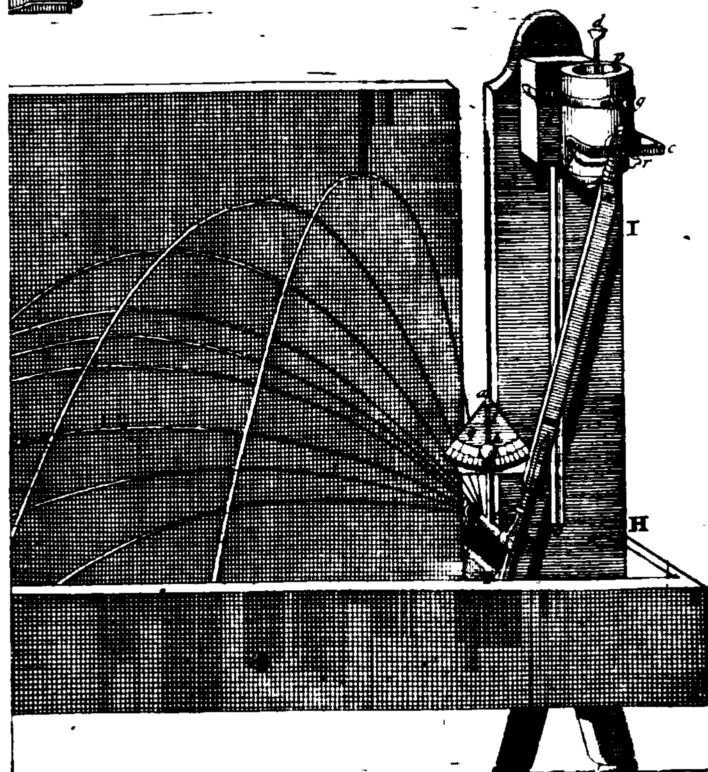
374. Si alia tabula ut G adhibeatur, in qua prædicta pro alia mercurii celeritate sunt delineata, Experimenta eodem modo procedunt.

Simili methodo, qua per semi-circulum determinatur distantia, ad quam corpora oblique projecta cadunt, detegitur distantia, ad quam liquidum ex foramine in latere vasis prosilit, quando vas plano horizontali imponitur: diversa est hæc distantia pro varia foraminis altitudine, manente superficie superiori liquidi.

375. TAB. XXIV. fig. 4. *Sit A B vasis liquido repleti altitudo*; secetur hæc in duas partes æquales in C; centro C & radio E A semi-circulus describatur; *detur foramen in E*; tandem ducatur ad A B perpendicularis E D in semi-circuli circumferentia terminata in D. *Prosiliat liquidum ex E ad F in plano horizontali, distantia B F erit duplum perpendicularis E D.*

Quod ut demonstretur, considerandum, liquidum, motu æquabili, celeritate cum qua ex foramine exit, in tempore in quo corpus cadere potest ab E ad B, percurrere spa-


A
N
M
L
l
B
g
E
D
e
f
d
h
i
I
Q
Fig. 5.
Fig. 7.
N
M
L
I
P
B
Q
Fig. 6.
D
Fig. 4.
a
E
b


d
g
c
r
I
a
H

ſpatium B F *. In omni motu, manente tempore ſpatium percurſum eſt ut celeritas *; manente celeritate eſt ut tempus: mutatis ergo & tempore & celeritate, ſpatium percurſum erit in ratione compoſita celeritatis & temporis; & hoc per illam multiplicando datur ſpatium percurſum; id eſt, ſi pro variis motibus hæc inſtituatur operatio, dantur quantitates, qui ſpatiorum percurſorum proportionem exprimunt. Si cum quadratis celeritatum & temporum computatio ineatur, dabitur proportio quadratorum ſpatiorum percurſorum. A E hic deſignat quadratum celeritatis *; E B autem quadratum temporis *; harum linearum productum exprimit ergo quadratum ſpatii percurſi B F. Hocce autem productum eſt quadratum lineæ E D; quæ idcirco, mutato foramine, creſcit & minuitur in eadem ratione cum diſtantia B F. Poſito foramine in centro C, diſtantia B G, ad quam liquidum proſilit, ipſi B A æqualis eſt *, & eſt dupla perpendicularis, quæ in C ad A B in ſemi-circulo duci poteſt; quod ergo in omnibus foraminibus obtinet, & E D erit dimidium ipſius B F.

* 209. * 53. * 355. * 131. * 357. 134.

376. Ex hiſce ſequitur *liquidum ex foramine in centro* C *ad diſtantiam omnium maximam proſilire.*

EXPERIMENTUM 8.

Utendum hic machina in Capite præcedenti deſcripta *. Proſiliat aqua ex foramine F, ut in Experimento 2. Capitis VII., proſiliat eodem tempore ex E, ut & ex G, ubi datur tubus ſimilis tubis hærentibus in F & E; foramen G minus quam F, foramen E vero magis a ſuperficie aquæ diſtant, ex neutro pervenit aqua ad diſtantiam ad quam ex F proſilit.

TAB. XXIV. fig. 1. * 356.

Ex dictis ulterius ſequitur *ex foraminibus* E & *e æque diſtantibus a centro* C *aquam ad eandem proſilire diſtantiam*, quia in eo caſu perpendiculares E D, *e d* ſunt æquales.

TAB. XXIV. fig. 4.

EXPERIMENTUM 9.

377. Per F concipiatur linea horizontalis, quæ tranſit per H; ſi H G & H E fuerint æquales, ex utroque foramine G & E aqua proſiliet ad L.

TAB. XXIV. fig. 1.

S CA-

CAPUT IX.

De liquido ex vasis profluente, & irregularitatibus in isto motu.

378. LIquidi quantitas, quæ *in dato tempore ex dato foramine* fluit, ad instar liquidi exeuntis velocitatis crescit: pendet hæc ab altitudine liquidi supra foramen, & non in-
* 354. terest versus quamcunque partem motus liquidi dirigatur *; *quadrata* ergo *quantitatum effluentium sunt in ratione al-*
* 355. *titudinum liquidi supra foramina* *.

In tempore in quo corpus libere cadendo percurrit altitudinem liquidi supra foramen, exit ex foramine liquidi columna longitudine duplum altitudinis hujus æquans *. Fo-
* 357. 134. ramen ipsum est basis columnæ, & datur; si altitudo liquidi supra foramen nota sit, datur tota columna; tempus etiam
* 157. facile determinatur per Experimenta pendulorum *: detecta autem quantitate, quæ in tempore noto exit; quid in tempore quocunque dato effluat non latet.

Hic notandum, aëris resistentiam, & attritum liquidi juxta latera foraminis, motum liquidi impedire, & regulam memoratam non exacte obtinere, & semper minorem, quam quæ per hanc determinatur, effluere liquidi quantitatem; Experimentis tamen, circa aquam institutis, constat, quadrata quantitatum, quæ æqualibus temporibus ex eodem foramine effluunt, servare sensibiliter proportionem quadratorum altitudinum aquæ supra foramen, in altitudinibus quinquaginta pedes non excedentibus.

In vasis, in quibus liquidi adfluxus non datur, hujus celeritas dum effluit continuo mutatur, ad quod attendendum in comparatione temporum in quibus vasa diversa evacuantur.

Vasa cylindrica hic consideramus, & dicta ad vasa quæcunque eandem juxta integram altitudinem capacitatem servantia, referri poterunt; ponimus liquidum per foramen in fundo effluere.

Tem-

Tempora, in quibus vasa cylindrica, ejusdem diametri & altitudinis, evacuantur, liquido ex foraminibus inæqualibus fluente, sunt inter se inverse ut hæc foramina. 379.

Vasa hæc, planis ad basin parallelis, concipiantur divisa in partes æquales minimas; & divisiones utriusque vasis non differant inter se; cum agatur de partibus minimis, concipi potest celeritatem in evacuatione unius partis non mutari. Liquidi quantitas, quæ ex foramine fluit, si celeritas non mutetur, crescit cum foramine & cum tempore; id est, est in ratione composita temporis & foraminis. Partes respondentes in vasis celeritatibus æqualibus evacuantur, & ratio prædicta composita hic obtinet: partes etiam ipsæ, id est, quantitates liquidi quæ effluunt, sunt æquales; quare differentia temporum cum foraminum differentia compensatur; id est, sunt tempora in eadem cum foraminibus, sed inversa, ratione; quod cum in singulis partibus respondentibus locum habeat, ad tempora evacuationum integrorum vasorum etiam referri debet.

Quando vasa cylindrica sunt inæqualia & æque alta, per foramina æqualia, in temporibus, quæ sunt ut cylindrorum 380.
bases, evacuantur. Vasa iterum in partes minimas, & numero æquali in utroque vase, divisa concipiantur: ex partibus respondentibus per foramina æqualia, & æquali celeritate, liquidum fluit; quantitates ergo quæ effluunt sunt ut tempora; & ideo in hac temporum ratione sunt ipsæ partes respondentes, quæ sunt ut cylindrorum bases: tempora autem integrarum evacuationum sunt ut tempora in quibus partes respondentes evacuantur.

Dentur tandem *duo vasa cylindrica, quorum bases sunt æ-* 381.
quales, altitudines vero diversæ, ex. gr. ut 1. ad 4. & *evacuentur hæc per foramina æqualia:* concipiantur etiam hæc vasa planis ad basin parallelis in partes minimas divisa; sitque idem numerus partium in utroque vase; partes erunt inter se ut ipsa vasa, id est, ut 1. ad 4. Partes singulas motu æquabili evacuari, quia de minimis agitur, considerare possumus; celeritates in partibus respondentibus sunt ubique ut 1. ad 2.*, quia altitudines harum partium supra bases sunt ut vasorum altitudines, quæ sunt ut horum numerorum quadra- * 355.

 ta.

ta. Unde sequitur tempora, in quibus partes respondentes evacuantur, etiam esse inter se ut unum ad duo; quia in tempore duplo, celeritate dupla, quantitas quadrupla evacuatur. Cum autem tempora sint in eadem ratione pro singulis partibus respondentibus, tempora, in quibus integra vasa evacuantur, sunt etiam ut unum ad duo. Si vasa sint ut 1. ad 9., tempora, ex demonstratione simili erunt ut 1. ad 3.; & in genere tempora sunt ut celeritates, quibus partes respondentes evacuantur, quarum celeritatum quadrata
* 355. sunt *ut vasorum altitudines*, * in qua ratione ergo etiam *sunt quadrata temporum.*

EXPERIMENTUM I.

TAB. XXIV. fig. 2. Dentur ex metallo tenui tria vasa cylindrica A, C, B, diametros æquales habentia, & quorum altitudines sunt ut unum, tria, & quatuor; unumquodque incisionem in ora habeat, qua effluit aqua certam superans altitudinem, quæ pro vasis altitudine habetur; in fundis vasorum A & B, quæ sunt ut unum & quatuor, foramina æqualia dentur, & aqua impleantur; eodem momento foramina aperiantur; si aqua ex B fluens vase C recipiatur, impletur hoc in tempore in quo A evacuatur: C continet tres partes quartas vasis B; partem quartam, quæ superest, eodem etiam tempore cum vase A evacuari, a nemine in dubium vocari potest; bis ergo evacuatur A, dum B semel.

382. *Tempora, in quibus vasa cylindrica quæcunque evacuantur,*
* 380. *sunt in ratione composita basium* *, *foraminum* *, *& radi-*
* 379. *cum quadratarum altitudinum* *.

* 381. *Dividi ita potest vas cylindricum, ut partes inter divisio-*
383. *nes interceptæ æqualibus temporibus evacuentur*, *quod fiet*, *si divisionum a basi distantiæ fuerint ut numerorum naturalium quadrata*; tempora enim evacuationum vasorum, quorum altitudines hanc sequuntur proportionem, sunt ut numeri naturales *, & temporum differentiæ æquales.

* 381. Tempus in quo vas cylindricum evacuatur est ut celeri-
* 381. 355. tas cum qua liquidum effluere inchoat *; celeritas ergo, dum liquidum in vase descendit, in eadem ratione minuitur, cum tempore evacuationis liquidi in vase superstitis; &

mo-

motus liquidi, ex vase cylindrico fluentis, est retardatus æqualiter in temporibus æqualibus. 384.

Si ex cylindro & ex alio vase ejusdem altitudinis & liquidum semper ad eandem altitudinem continenti, per foramina æqualia fluat liquidum, in tempore in quo evacuatur cylindrus, ex vase memorato fluit dupla aquæ quantitas quam ex cylindro. 385. Nam, propter altitudines vasorum æquales, celeritates in principio sunt æquales; liquidi, quod ex vase semper repleto exit, celeritas est æquabilis; celeritas liquidi, ex cylindro fluentis, est æquabiliter retardata *. Idcirco ex isto vase, * 384. dum cylindrus, evacuatur fluet dupla aquæ quantitas quam ex cylindro. Si enim duo corpora eadem celeritate propellantur, & primum motu æquabili progrediatur, secundum autem motu æquabiliter retardato, & moveantur donec hoc totum motum amiserit, primum in eo tempore percurret spatium duplum spatii a secundo percursi *; *135. 136. 134. hic liquidum, quod effluit, pro spatio percurso haberi potest, quia foramina sunt æqualia.

Præter irregularitates ex attritu & aëris resistentia, dantur aliæ variæ ex cohæsione partium, etiam in liquidis non glutinosis: 386. de aqua sola hic loquar. Circa hanc observamus, licet eadem cum vi juxta directionem quamcunque, manente æquæ altitudine supra foramen, propellatur *, *354. omnium celerrime verticaliter descendere; in motu suo aqua cadendo continuo acceleratur, cum insequenti cohæret & hanc accelerat, velocitatemque aquæ ex vase profluentis auget.

Ex eadem ratione *motus ex vase, cum quo in inferiori parte tubus conjungitur, etiam acceleratur.* 387. Sit vas tale E TAB. XXIV. fig. 1. æquale & simile vasi A, & quod cum tubo altitudinem habeat vasis B; habeat tubus aperturas ambas æquales foraminibus in fundis vasorum A & B; impleantur aqua vasa A, E, & B. In principio motus, ex vasis B & E æquali cum celeritate aqua fluit, quia altitudines aquæ supra foramina, ex quibus aqua exit, sunt æquales. Sed celeritas in vase E statim minuitur, quia ex tubo non major fluere potest aquæ quantitas,

quam quæ tubum per aperturam superiorem intrat, quem major aquæ quantitas ingredi nequit, quam quæ ex vase A fluere potest. Cum partes aquæ cohæreant, aqua effluens illam quæ tubum intrat accelerat, & hæc exeuntem retardat; & aquæ quantitas, quæ certo tempore ex vase E effluit, est media inter aquæ quantitates, quæ ex vasis A & B, eodem tempore, fluere possunt.

EXPERIMENTUM 2.

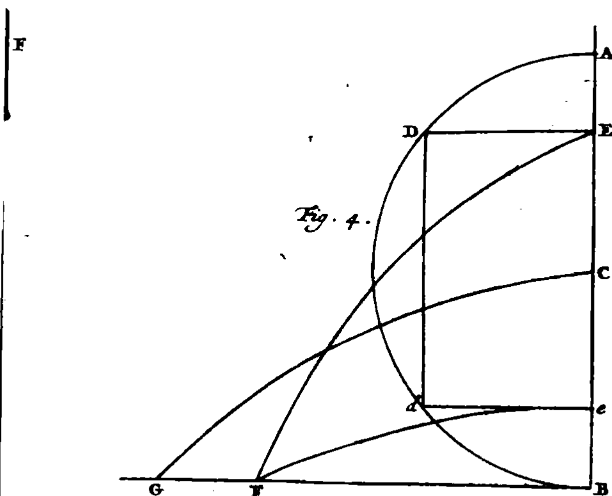
Vasis A, E, & B, secundum proportiones memoratas, ex metallo tenui constructis; aqua impleantur A & E; eodem momento apertis foraminibus, celerius descendet aquæ superficies in E quam in A: contra adhibitis vasis E & B, celerius descendit in hoc quam in illo.

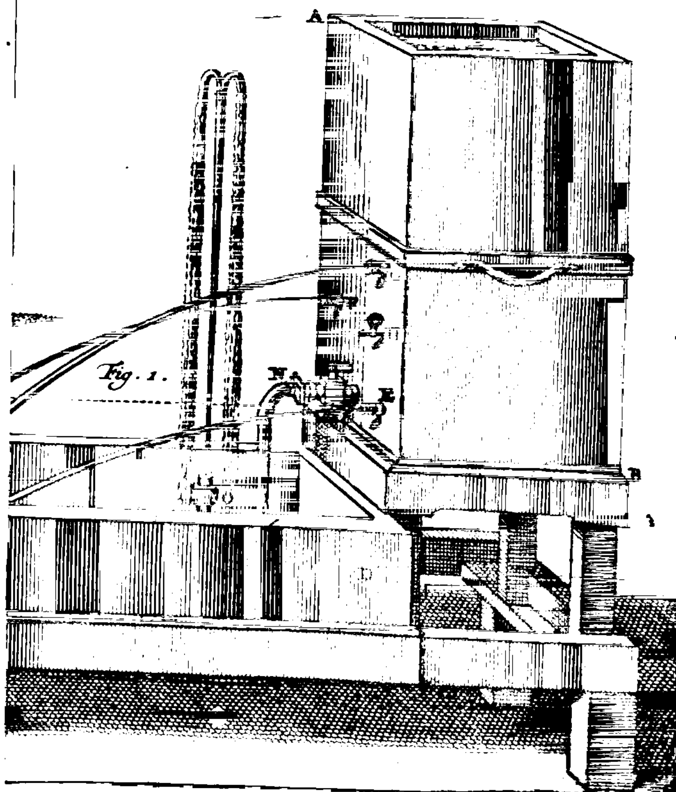
388. *Maneat apertura superior tubi, qua cum vase tubus communicationem habet; augeatur apertura inferior; major aquæ quantitas effluet*, & magis accelerabitur aqua quæ tubum intrat; satisque potest augeri hæc apertura, non mutata tubi longitudine, ut ex illa major aquæ quantitas fluat quam ex vase B. In hoc casu, per aperturam tubi superiorem ad parvam infra aquæ superficiem profunditatem, major fluit aquæ quantitas quam ex apertura æquali ad profunditatem quadruplam. Adhibito longiori tubo idem præstari poterit, licet non augeatur tubi apertura inferior.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XXIV. fig. 2. Sit vas F, a vase E in eo solo differens, quod apertura tubi inferior in illo major sit; sit etiam vas antea memoratum B. Diametri foraminis in hujus fundo, & aperturæ superioris tubi cum vase F conjuncti, sunt 4. lin.; apertura inferior hujus tubi est 5. lin. Aqua vasa impleantur; & eodem momento fluere permittatur ex utroque; citius aquæ superficies in vase F quam in B descendet. Altitudo vasis B. est circiter sedecim pollicum.

CA-


F
A
D
E
Fig. 4.
C
d
e
G
F
B


A
Fig. 1.
N
E
B
D

CAPUT X.

De Cursu Fluminum.

DEFINITIO 1.

FLumen *vocamus aquam, in canali superius aperto, propria gravitate fluentem*, ut AE. 389. TAB. XXV, fig. 1.

DEFINITIO 2.

Flumen in eodem statu manere, *aut* in statu manente, dicitur, *quando aqua uniformiter fluit, ita ut in eodem loco semper sit ad eandem altitudinem.* 390.

DEFINITIO 3.

Sectio Fluminis *vocatur planum Flumen secans perpendiculariter ad fundum*, ut *p o n q*. 391.

Quando Flumen a lateribus terminatur, planis inter se parallelis, & ad horizontem normalibus, & fundus etiam est planum, sive horizontale, sive inclinatum, sectio Fluminis cum tribus hisce planis angulos rectos efficit, & est parallelogrammum.

In omni Flumine in statu manente, eadem aquæ quantitas per singulas sectiones eodem tempore fluit. Nisi enim in loco quocunque eadem aquæ quantitas adfluat, quæ ex eo defluit, in eodem statu Flumen non manebit; & demonstratio hæc locum habet, quæcunque fuerit alvei irregularitas, ex qua, alio respectu, multæ in Fluminis motu mutationes oriuntur; attritus ex. gr. major est pro majore alvei inæqualitate. 392.

Irregularitates in Fluminis motu in infinitum variari possunt, & regulæ circa illas tradi nequeunt; sepositis ergo irregularitatibus omnibus Fluminum cursus examinandus est; nisi enim in hoc casu motus leges notæ fuerint, de nullo judicium, vero fundamento nixum, ferri poterit.

Ponimus ergo aquam fluere per canalem regularem, sine sensibili attritu; canalem terminari ad latera planis parallelis inter se & verticalibus; fundumque etiam planum esse & ad horizontem inclinari.

Sit canalis AE; ex receptaculo majori aqua in illum

fluat,

fluat, maneatque in receptaculo semper ad eandem altitudinem, ut Flumen sit in statu manenti. Aqua juxta planum
*144. inclinatum descendit & acceleratur *; quo, propter æqua-
*392. lem aquæ qnantitatem per singulas sectiones fluentem *,
393. *altitudo aquæ, recedendo a Fluminis initio, continuo minuitur*, & aquæ superficies adipiscetur figuram *iqs*.

Ad determinandam aquæ in variis locis velocitatem, concipiamus canalis aperturam ADCB plano claudi; si perforetur planum, eo celerius ex foramine prosiliet aqua, quo magis hoc distabit a superficie aquæ *hi*; eandemque habebit aqua celeritatem, quam corpus, cadendo a superficie aquæ ad profun-
*357. ditatem foraminis infra illam, acquirit *; quod ex pressione aquæ superincumbentis oritur. Datur eadem pressio, id est, eadem vis motrix, quando impedimentum in AC tollitur; canalem tunc intrat unaque particula aquæ, cum celeritate quam corpus acquirit, cadendo ab aquæ superficie ad particulæ profunditatem. Particula hæc, juxta planum inclinatum, in canale movetur, & hujus motus acceleratur; & quidem eodem modo ac si verticaliter cadendo motum continuasset ad eandem profunditatem infra superficiem
*150. aquæ in origine Fluminis *. Sic si ducatur horizontalis linea *it*, particula in *r* habebit celeritatem quam corpus cadendo per *i*C & devolvendo per C*r* potest acquirere; quæ est celeritas, casu per *tr*, a corpore acquisita. Ubique ergo mensuratur particulæ celeritas, ducendo ab hac perpendicularem ad planum horizontale, quod per superficiem aquæ in origine Fluminis concipitur, & velocitas, quam corpus per hanc perpendicularem cadendo acquirit, erit particulæ celeritas; quæ major est pro majori perpendicularis longitudine. In puncto quocunque *r* ad Fluminis fundum ducatur perpendicularis *rs*, Fluminis altitudinem mensurans; cum ad horizontem inclinetur *rs*, si a variis hujus lineæ punctis ad *it* perpendiculares ducantur, eo hæ breviores erunt, quo magis ab *r* distabunt, omniumque brevissima erit *sv*; ideoque particularum, in linea *rs*, celeritates eo minores sunt, quo magis hæ
394. ad superficiem Fluminis accedunt, & *aqua inferior celerius superiori movetur*.

Ha-

Harum tamen aquarum in progressu fluminis ad æqualitatem continuo magis accedunt celeritates. Nam celeritatum harum quadrata sunt ut *rt* ad *sv*, quarum linearum differentia, recedendo a fluminis origine, continuo minuitur, propter imminutam altitudinem *rs* *, dum lineæ ipsæ augentur. Quod cum in quadratis obtineat, multo magis in ipsis celeritatibus locum habet, quarum differentia ergo etiam minuitur, dum ipsæ crescunt. 395.

* 393.

Si fundi inclinatio in principio fluminis mutetur ut sit *yZ*, & *major aquæ quantitas in canalem fluat*, *altior erit ubique in flumine*, *sed non mutatur celeritas aquæ in loco quocunque.* Hæc enim celeritas non ab altitudine aquæ in flumine pendet, sed, ut demonstratum, a distantia inter particulam motam & planum horizontale per aquæ superficiem in origine fluminis transiens; quæ distantia perpendiculari ut *rt* aut *sv* mensuratur; hæ autem adfluxu aquæ non variantur, si modo maneat aquæ superficies in receptaculo. 396.

Claudatur canalis pars superior obstaculo ut X, *quod quantumvis parum infra aquæ superficiem descendat*; aqua omnis quæ adfluit perfluere non poterit, adscendet idcirco; sed eo celeritas aquæ infra cataractam non augetur *, continuoque accumulatur aqua adfluens; quæ ergo ita adscendit ut supra impedimentum aut ripas fluminis defluat. *Si* vero *ripæ eleventur & impedimentum continuetur*, *supra lineam it aquæ altitudo excrescet*, antea enim hujus celeritas augeri nequit: in quo casu totius aquæ in receptaculo altitudo augebitur; cum enim ponamus flumen in statu manenti necesse est ut aliunde continuo in receptaculum tantum aquæ adfluat, quantum ex illo in flumen defluit; imminuta vero aquæ defluentis quantitate, necessario altitudo in receptaculo augetur, donec celeritas aquæ infra obstaculum fluentis ita augeatur, ut eadem aquæ quantitas infra hocce obstaculum transeat quæ ante positam cataractam per hanc fluminis sectionem fluxit. 397.

* 396.

Hæc omnia, ut jam monuimus, sepositis irregularitatibus omnibus, vera sunt, & quo irregularitates sunt minores, eo magis cum dictis motus veri congruunt; de quibus

T ut

ut judicium feratur, neceſſe eſt ut Experimentis velocitates aquarum poſſimus comparare, & ipſas velocitates ita determinare, ut ſpatia in certo tempore percurſa detegantur.

398. TAB. XXV. fig. 1. Sit circuli quadrans ACB in gradus diviſus; in centro ei annectitur filum, cujus extremitas altera cum globo P, aqua graviori, cohæret.

399. Aqua fluenti globus immergitur, ſervato latere CA quadrantis in ſitu verticali; globus ex motu aquæ ita ſuſtinetur, ut filum PC cum latere CA angulum PCA conſtituat, cujus ope aquæ in globum impingentis celeritas detegitur.

Globus in aqua quieſcens tribus potentiis trahitur; gravitate ſua verticaliter deſcendere conatur; ex liquidi actione juxta motus aquæ directionem fertur; & tandem filo per PC trahitur. Formetur triangulum EFG, in quo EF lineam verticalem deſignat, cum hac conſtituat linea FG angulum EFG, æqualem angulo a directione motus fluminis cum linea verticali formato, tandem ſit angulus GEF æqualis angulo PCA. Trianguli EFG latera parallela ſunt directionibus trium memoratarum potentiarum, potentiæ ipſæ idcirco ſunt ut hæc latera *; ſi ergo EF globi gravitatem reſpectivam deſignat, FG exprimet actionem aquæ in globum. Si pro variis Experimentis, eodem adhibito globo, variis in locis inſtitutis, talia triangula delineantur, latere EF manente, (gravitatem globi reſpectivam, quæ non mutatur, deſignante) latera ut FG inter ſe proportionem actionum aquæ in globum ſervabunt. Hæ autem ſunt ut quadrata velocitatum aquarum in locis in quibus Experimenta inſtituta ſunt *; non enim intereſt quantum ad actionem aquæ in globum, an hic moveatur, & hæc quieſcat, an contra aqua, quieſcente globo, moveatur.

* 196.

* 324.

Actio aquæ in globum cum pondere conferri poteſt, eſt enim ad globi gravitatem reſpectivam ut FG ad EF.

400. Hæc autem actio æquat reſiſtentiam, quam patitur corpus quando per aquam quieſcentem movetur, eadem celeritate, cum qua nunc aqua fluens in globum quieſcentem im-

impingit. Ex noto pondere, resistentiam valente, quodnam spatium, celeritate cum qua corpus movetur, in dato tempore percurri possit, detegitur *; dabitur ergo & hic * 336.
spatium, quod ab aqua in tempore noto potest percurri, & sic etiam aquæ quantitas quæ per locum magnitudine datum, in fluminis sectione, in dato tempore, fluit.

Notandum hanc velocitatis aquæ determinationem non bene procedere versus aquæ superficiem, quia actio aquæ * 328.
in globum ibi irregularis est *. Potest hæc celeritas dete- 401.
gi immergendo aqua corpus, aqua paululum levius, quod versus superficiem hæreat, & non satis hanc excedat ut motu venti affici possit; cum gravitates specificæ aquæ & corporis vix differant, & hoc pro toto immerso haberi possit, eadem celeritate cum aqua movebitur, & mensurari tempus, ope penduli, poterit, dum corpus spatium ante mensuratum percurrit. Quando vento aquæ superficies agitatur, non bene Experimentum procedet, propter motum undarum, quo in corporis motu irregularitas datur.

CAPUT XI.

De Motu Undarum.

AQuæ quiescentis superficies plana est & ad horizontem 402.
parallela *; si aliqua ex causa hæc cava fiat in A, cir- TAB XXV. fig. 1.
cumdatur hæc cavitas elevatione BB; elevata hæc aqua gravi- * 272.
tate descendit, & celeritate descendendo acquisita cavitatem novam format, quo motu aqua ad latera hujus cavitatis adscendit, & implet cavitatem A, dum nova elevatio versus C formatur; hæc dum deprimitur de novo aqua versus eandem partem adscendit; unde motus in aquæ superficie oritur, & cavitas, præ se elevationem ferens, ab A versus C movetur.

DEFINITIO I.

Cavitas hæc cum conjuncta elevatione vocatur **unda.** 403.

DEFINITIO 2.

404. Latitudo undæ *est spatium ab unda in superficie aquæ occupatum & mensuratum juxta motus undæ directionem.*

Cavitas ut A ab omni parte elevatione circumdatur, & motus memoratus versus omnes partes sese expandit; *un-*
405. *dæ* ideo *per circulum moventur.*

Detur obstaculum AB, in quod unda, cujus origo est
TAB. XXV. fig. 4. in C, incurrat; examinandum quam in puncto quocunque ut E mutationem patiatur unda, quando in hoc puncto ad obstaculum pervenit. In omnibus locis, per quæ unda transit, dum hæc latitudinem suam percurrit, aqua elevatur, cavitas deinde formatur, quæ iterum impletur; quam mutationem dum superficies aquæ subit, hujus particulæ per parvum spatium eunt & redeunt. Directio hujus motus est per CE, celeritasque per hanc lineam repræsentari potest; concipiatur hicce motus in duos alios resolutus per GE & DE, quorum celeritates per hasce
* 192. lineas respective repræsentantur *. Motu per DE particulæ in obstaculum non agunt, & eadem celeritate, post impactum, juxta hanc directionem motum continuant; motusque hic repræsentatur per EF, positis EF & ED inter se æqualibus. Motu per GE particulæ directe in obstacu-
* 168. lum impingunt, & motus hic destruitur *; nam licet particulæ hæ sint elasticæ, cum in motu undarum spatium parvum itu & reditu percurrant, adeo lente moventur, ut ex ictu particulæ figura mutari non possit, & legibus corporum perfecte durorum subjiciantur. Sed ex alia causa particularum reflexio datur; aqua, quæ ultra obstaculum progredi nequit, & ab insequenti propellitur, cedit versus partem in qua minima resistentia datur, id est, adscendit; hæcque major quam in cæteris locis elevatio ex motu per GE oritur; quia hoc motu solo ad obstaculum particulæ accedunt. Descensu aqua eam acquirit velocitatem cum qua fuit elevata, & eadem cum vi particulæ aqueæ ab obstaculo juxta directionem EG repelluntur cum qua ad obstaculum accessere. Ex hoc motu & motu memorato per EF oritur motus per EH, cujus celeritas per lineam EH, æqualem li-

lineæ CE, designatur, & reflexione celeritas undæ non mutatur, reditque hæc per EH, eodem modo ac sublato obstaculo per E *h* motum continuasset. Si a C perpendicularis CD ducatur ad obstaculum, & hæc producatur, fiatque D *c* æqualis CD, linea HE continuata transibit per *c*; & cum hæc demonstratio in omnibus punctis obstaculi procedat,
sequitur *undam reflexam eandem habere figuram ab hac par-* 406.
te obstaculi, quam ultra lineam AB *habuisset, si in obstaculum non incurrisset. Si obstaculum ad horizontem incli-* 407.
netur, aqua super illo adscendit & descendit, & attritum patitur, quo *undæ reflexio turbatur, & sæpissime in totum destruitur.* Hæc est ratio quare plerumque fluminum ripæ undas non reflectant.

Quando in obstaculo ut BL *foramen datur* ut I, pars undæ, 408.
quæ per hoc transit, motum directe continuat, & versus QQ sese expandit, *novaque unda formatur, quæ per semicirculum movetur, cujus centrum est ipsum foramen.* Nam pars undæ elevata, quæ primo transgreditur foramen, statim paululum ad latera defluit, & deinde descendendo cavitatem format, quæ ab omni parte ultra foramen elevatione circumdatur, quæ versus omnes partes, eodem modo, ac de genesi primæ undæ dictum *, movetur. * 402.

Eodem plane modo unda, cui opponitur obstaculum ut 409.
AO, inter O & N motum continuat; sed versus R, per portionem circuli, cujus centrum non multum ab O distat, sese expandit.

Ex hisce facile deducitur motus undæ pone obstaculum 410.
ut MN.

Undæ sæpe producuntur ex motu corporis tremuli, quæ 411.
etiam per circulum sese expandunt, licet per lineam rectam corpus eat & redeat; aqua enim agitatione elevata descendendo cavitatem format, quæ ab omni parte elevatione circumdatur.

Undæ variæ sese mutuo non perturbant, dum juxta va- 412.
rias directiones moventur. Cujus effectus ratio est, quod quamcunque ex motu undæ figuram adepta fuerit aquæ su-

perficies, in hac elevatio & depressio dari possunt, ut & motus qualis in undæ motu requiritur.

Qui unquam undarum motum attente consideravit, hæc omnia cum Experimentis congruere vidit.

Celeritas undarum ut determinetur, motus alius cum ha-
413. rum motu analogus examinandus est. Detur liquidum *in*
TAB. XXV. fig. 5. *tubo cylindrico curvo* E H, superetque altitudo liquidi in crure EF altitudinem in alio crure quantitate *l* E, quæ differentia in duas partes æquales secanda est in *i*. Gravitate sua descendit liquidum in crure EH, dum æqualiter in tubo EH adscendit; & ita quando superficies liquidi pervenit ad *i*, ad eandem in utroque crure datur altitudinem, & in hoc situ solo liquidum potest quiescere: sed celeritate descendendo acquisita motum continuat, magisque adscendit in tubo GH, & in EF deprimitur ad *l* usque, nisi quatenus ab attritu tubi motus minuitur. Liquidum in tubo GH magis elevatum etiam gravitate descendit, & sic liquidum in tubo it & redit, donec ex attritu totum motum amiserit.

Quantitas materiæ movendæ est totum liquidum in tubo; vis motrix est pondus columnæ *l*E, cujus altitudo semper est duplum distantiæ E*i*, quæ ergo distantia cum hac vi motrice in eadem ratione crescit & minuitur. Distantia autem E*i* est spatium a liquido percurrendum, ut a situ EH perveniat ad situm quietis; quod ergo spatium semper est ut vis quæ continuo in liquidum agit: sed ex hac ratione demonstravimus penduli in cycloide oscillantis vibrationes omnes esse
* 156. æque diuturnas *; ideo & hic *quæcunque fuerit agitationum inæqualitas, æquali semper tempore liquidum it aut redit.*

414. *Tempus in quo liquidum sic agitatum adscendit aut descendit, est tempus in quo vibratur pendulum, cujus longitudo*, id est, distantia inter centra oscillationis & suspensionis, *æqualis est semi-longitudini liquidi in tubo*, sive semi-summæ linearum EE, FG, & GH: longitudo hæc in axe tubi mensuranda est.

TAB. XXV. fig. 6. Vibretur hocce pendulum in cycloide methodo superius (pag. 45. & 46.) explicata. Pendulum PC & arcus AD ejus-

ejusdem sunt longitudinis; arcus enim C A æqualis est arcui AD, & cum illo penduli filum congruit, quando corpus cum filo connexum est in A; in hoc puncto directio curvæ ad horizontem perpendicularis est, & corpus toto suo pondere juxta curvam descendere conatur: hoc autem pondus est ad vim in corpus agens, posito hoc in P, ut AD, aut P C ad P D*. Sit nunc liquidum in eo situ, ut *l* E (fig. 5.) æqualis sit P D; pondus totius materiæ movendæ, id est, totius liquidi, est ad pondus *l* E, quod est vis in hoc situ in liquidum agens, ut longitudo liquidi in tubo ad lineam *l* E, in qua ratione etiam sunt harum quantitatum semisses, id est, P C ad P D (fig. 6.). In pendulo ergo pondus materiæ movendæ est ad vim in hanc agens in P, ut in tubo pondus materiæ movendæ ad vim in hanc agens in situ E H. Æqualibus viribus ideo corpus pendulum & liquidum in hac occasione propelluntur, & illud ubique obtinet ubi spatia, a liquido in agitatione & a corpore in vibratione percursa, sunt æqualia; idcirco in hoc casu agitatio & vibratio eodem tempore peraguntur, & non modo in hoc casu, sed semper *. Cum vero vibrationes exiguæ in circulo a vibrationibus in cycloide non differant, etiam ad illas demonstratio referri debet.

* 156.

percurrenda

* 413.

EXPERIMENTUM.

Detur tubus vitreus cylindricus curvus ut E F G H; sit crurum longitudo unius pedis, & cylindri diameter semipollicis; tubo mercurius infundatur, & constituto pendulo, cujus longitudo æquet dimidium, longitudinis cylindri mercurii in tubo, si mercurius in tubo agitetur, iisdem temporibus adscendit & descendit hic, in quibus pendulum oscillando it & redit.

TAB. XXV. fig. 7.

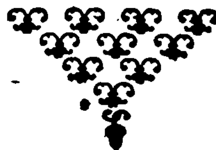
Ut ex dictis determinemus undarum celeritatem, variæ undæ æquales & sese mutuo immediate insequentes considerandæ sunt ut A B, C D, E F, quæ ab A versus F moventur. Unda A B percurrit latitudinem suam, quando cavitas A pervenit ad C; quod fieri non potest, nisi aqua in C ad altitudinem undarum culminum adscendat, iterumque ad profunditatem C descendat; in quo motu aqua infra lineam

neam *bi* sensibiliter non agitatur: congruit ergo hicce motus cum motu memorato in tubo, & aqua adscendit & descendit, id est, unda latitudinem suam percurrit, dum pendulum longitudinis dimidii BC duas peragit oscillatio-
* 414. nes *; aut dum pendulum longitudinis BCD, prioris qua-
* 158. druplæ, semel vibratur *.

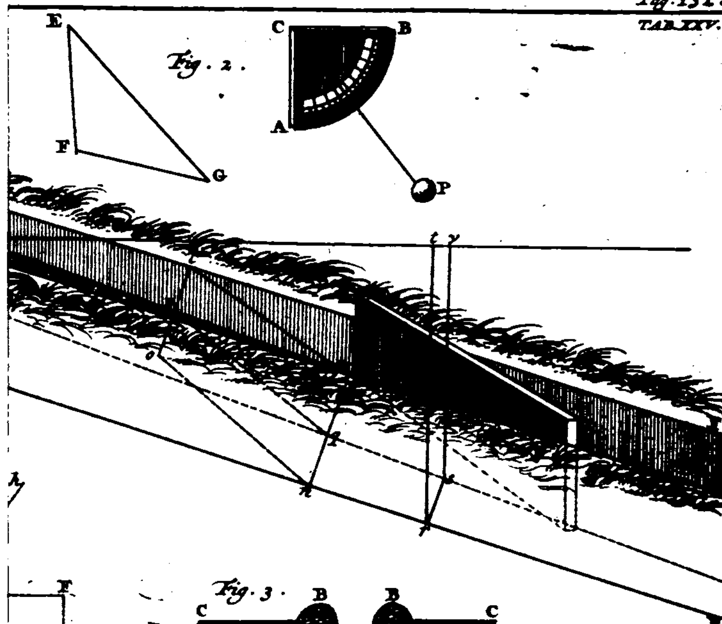
Pendet igitur celeritas undæ à longitudine lineæ BCD, quæ pro majori undarum latitudine, & pro majori profunditate ad quam in motu undarum aqua descendit, major est.

In undis latioribus, quæ non alte elevantur, linea ut
415. BCD a latitudine undæ vix differt, & in eo casu *unda latitudinem suam percurrit, dum pendulum huic latitudini æquale semel oscillatur*. In omni motu æquabili spatium percursum cum tempore & cum celeritate crescit, quare multiplicando tempus per celeritatem datur spatium percursum; unde sequitur *celeritates undarum esse ut radices*
416. *quadratæ latitudinum*: nam cum in hac ratione sint tem-
* 158. 415. pora quibus latitudines suas percurrunt *, eadem in harum celeritatibus ratio requiritur, ut producta temporum per celeritates sint ut undarum latitudines, quæ sunt spatia percursa.

Hæc omnia tantum pro quam proxime veris habenda sunt, quia undarum motus a motu in tubo paululum differt; qui error pro parte tamen compensatur ex eo quod penduli longitudo mensuretur juxta lineas inclinatas BC & CD.

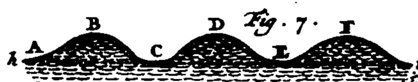


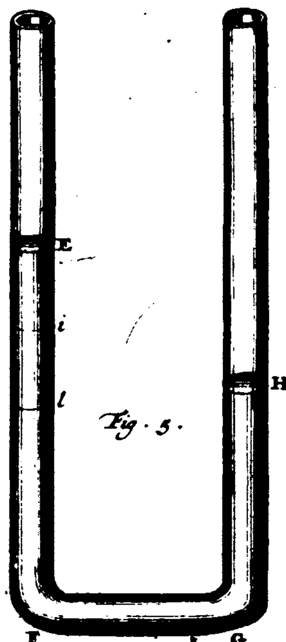
LI-


E
F
G
Fig. 2.
C
B
A
P


F
Q
H
Q


Fig. 3.
C
B
B
C
A


Fig. 7.
A
B
C
D
E
F
h
i


E
i
l
H
Fig. 5.
F
G

LIBRI II. Pars III.

De Aere Fluido Elastico.

CAPUT XII.

Aërem Fluidorum proprietates habere.

DE Aëre sæpius locuti sumus, cum in hoc vivamus & hoc semper circumdemur, in multis Experimentis, ut monuimus, ad illius effectum attendendum; nunc autem ipsius proprietates singulatim examinandæ veniunt.

Aër est corporeus, gravis, illius partes impressioni cuicunque cedunt, & facillime moventur inter se, premit pro altitudine sua, & pressio versus omnes partes est æqualis; & *inter fluida referri debere patet.* 417.

DEFINITIO I.

Omnis aer, quo terra circumdatur, simul consideratus vocatur telluris Atmosphæra, *aut simpliciter* Atmosphæra. 418.

DEFINITIO 2.

Aeris altitudo supra terræ superficiem vocatur Atmosphæræ altitudo. 419.

Aerem esse corporeum ex eo sequitur, quod ex loco a se occupato cetera corpora excludat *. 420. * 14.

Illum impressioni cuicunque cedere, & partes facile moveri, a nemine in dubium vocari potest. 421.

Gravem esse probatur, quia in ceterorum fluidorum superficies premit, illaque in tubis sustinet. 422.

EXPERIMENTUM I.

Detur tubus vitreus AB, longitudinis circiter trium pedum, & cujus cavitatis diameter sit quartæ partis unius pollicis; si extremitas A obturetur, & tubus mercurio repleatur, alteraque extremitas vase V mercurium continenti TAB. XXVI. fig. 1.

V im-

immergatur, mercurius sustinebitur ad altitudinem circiter viginti novem pollicum. Oritur hoc ex aeris pressione in superficiem mercurii in vase, quæ ubique æqualiter premi non potest, nisi in tubo, cui aer nullus inest, mercurii columna detur, quæ æqualiter cum aere exteriori pre-
* 274. mat *.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. XXVI. fig. 1. Ne mutetur hæc pressio quando tubus inclinatur, requi-
* 277. ritur ut eandem mercurius servet altitudinem verticalem *; ideo si dentur duo vasa, hydrargyrum continentia, in quibus tubi, ut dictum, immerguntur, quorum ED ad horizontem inclinatur, sustinetur mercurius ad altitudines *bf*, & *ig*, ita ut *f* & *g* sint in eadem linea horizontali, positis superficiebus mercurii in vasis in eodem plano.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XXVI. fig. 2. Hæc eadem aeris pressio sustinet aquam in vitro V quod aqua immergitur & hac repletur, deinde extrahitur orificio manente immerso.

423. Eodem modo aqua sustineretur, licet vitri altitudo triginta & duos pedes æquaret. Hydrargyrum enim gravitate sua specifica decies & quater superat aquæ gravitatem specificam, & columna aquea triginta & duos pedes excedens, æqualiter cum mercurii columna viginti novem pollicum premit, quæ pressio Atmosphæræ pressioni æquipollet.

424. *Pressionem aeris ab hujus altitudine pendere*, ex dictis facillime deduci potest; sed immediate probatur, transferendo tubum cum mercurio statim memoratum in locum elevatum, nam octava parte unius pollicis descendit mercurius pro altitudine centum pedum ad quam Machina elevatur.

425. *Aerem versus omnes partes æqualiter premere* ex eo patet, quod a corporibus mollibus hujus pressio sine figuræ mutatione, & a fragilibus sine disruptione sustineatur, licet hæc valeat pressionem mercurii ad altitudinem viginti novem polli-
* 423. cum, aut aquæ ad altitudinem triginta duorum pedum *; nil præter pressionem æqualem ab omni parte memorata corpora intacta servare posse quis non videt; hanc autem pressionem

nem illud præstare constat *. Sublato aere ab una parte, pressio in partem oppositam sensibilis est. * 291.

EXPERIMENTUM 4.

Suspendatur lanci uni bilancis AB tubus vitreus, clausus in D, longitudinis circiter trium pedum; impleatur hic mercurio, & extremitas E mercurio, vase V contento, immergatur. Hydrargyrum ex aeris pressione sustinetur ad altitudinem f, & pars superior tubi fD aere vacua relinquitur; ut æquilibrium detur lanci oppositæ imponitur pondus æquale ponderi tubi & mercurii in hoc contenti. Mercurius in tubo libram gravare nequit; illius enim actio in latera tubi, horizontalis est; sed aer agit in superiorem partem tubi, & columna quæ à tubo sustinetur æquiponderat cum columna mercurii in tubo contenta: si sublato mercurio aer intromittatur, solus tubus libram gravat; quod probat actionem aeris in superficiem inferiorem partis superioris tubi destruere actionem in superficiem exteriorem ejusdem partis tubi, aeremque sursum & deorsum æqualiter premere. TAB. XXVI. fig. 1.

Hoc etiam Experimento, quæ de aeris gravitate dicta sunt, confirmantur.

CAPUT XIII.

De Aeris Elasticitate.

CEterorum liquidorum proprietates aerem habere vidimus; præter has peculiarem habet, potestque locum majorem aut minorem occupare, prout vi diversa comprimitur; & statim ac vis hæc minuitur, sese expandit. Propter analogiam hujus effectus cum corporum elasticitate, 426.
hæc aeris proprietas hujus *elasticitas* dicitur.

Aerem posse comprimi Experimento jam memorato constat *. 427. * 14.

Illum posse dilatari sequenti probatur. 428.

EXPERIMENTUM 1.

Detur tubus AB clausus in A, infundatur mercurius, ita TAB. XXVII. fig. 4.

 ut

ut in tubo aer relinquatur, qui in statu aeris exterioris occupet spatium A *l*; si tubi extremitas B mercurio immergatur, descendet mercurius ad *g*, ibique hærebit. Altitudo *ig* multum differt ab altitudine mercurii in Experimento 1. capitis præcedentis, quod ex pondere aeris in tubo non oritur; nimium exiguum est hocce pondus, ut sensibilem differentiam in altitudine mercurii producat: aeris expansio hujus effectus causa est.

429. Ex hoc Experimento hanc deducimus regulam, *aerem sese ita dilatare, ut spatium ab hoc occupatum sit semper inverse ut vis qua comprimitur.*

Vis, qua aër comprimitur in statu aëris exterioris, est pondus totius Atmosphæræ, quod æquale est ponderi columnæ mercurii altitudinis *hf* (Fig. 1.); vis ergo hæc comprimens hac altitudine potest exprimi; spatium occupatum ab aere in tubo quando tali vi comprimitur est A *l*.

At in ultimo Experimento pressio Atmosphæræ duos exerit effectus, sustinet columnam mercurii *ig*, & aerem in tubo reducit in spatio *g* A; si vis, qua mercurius ad altitudinem *g i* sustinetur, subtrahatur a pressione totius Atmosphæræ, id est, si altitudo *g i* ab altitudine *hf* auferatur, superest vis qua aer in superiori parte tubi comprimitur. Hæc autem differentia altitudinum mercurii *hf* & *g i* est semper ad *hf*, ut A *l* ad A *g*; id est, vires sunt inverse ut spatia.

Hæc eadem regula in aere compresso obtinet.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. XXVI. fig. 5. Detur tubus curvus A B C D, apertus in A, clausus in D, pars B C mercurio impleatur ita ut pars C D aerem contineat in eodem statu cum aere exteriori; vis ergo comprimens est columna mercurii, cujus altitudo est *hf*, (Fig. 1.) & per hanc altitudinem hæc vis ut in præcedenti Experimento designatur; spatium autem ab aere occupatum est C D. Tubo A B mercurius infundatur ut ad *g* pertingat, aer reducetur in spatio *e* D: vis comprimens nunc valet columnam mercurii altitudinis *fg*, ut & pressionem aeris exterioris in superficiem *g* mercurii; vis hæc designatur per summam altitudinum *fg* in hac figura & *h f* in fig. 1.

Hæc

Hæc summa est semper ad *hf* (fig. 1.) ut CD ad *c* D; iterumque vires sunt inverse ut spatia.

Aeris elasticitas est ut hujus densitas; hæc enim est in- 430.
verse ut spatium ab aere occupatum *, & ideo ut vis ae- * 289.
rem comprimens *; quæ æqualis est illi qua aer conatur * 429.
sese expandere, hæc autem est hujus elasticitas.

Ex hisce sequitur, aerem in quo vivimus, ad illam quam in terræ viciniis habet densitatem reduci ex pressione aeris superincumbentis, illumque magis aut minus comprimi pro majore aut minore Atmosphæræ pondere; ex qua etiam ratione in apice montis minus densus est aer quam in valle, a minori enim pondere comprimitur.

Quo usque hæc expandendi proprietas sese extendat non constat, & nullis posse determinari Experimentis admodum probabile est. Experimento nihilominus sequenti, si cum Experimento aeris in antlia compressi conferatur *, * 14.
patebit aerem spatium vicibus viginti millibus majus in uno casu occcupare quam in alio.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XXVI. fig. 6.

Vas vitreum A B, altitudinis circiter quatuordecim pollicum, exactissime aqua repletur; in extremitate B ei cylindrus æneus annectitur, ut, ope cochleæ, cum antlia conjungi possit, quæ videtur in fig. 6. Tab. XXIX. Extrahendo antliæ embolo, gravitate aqua in illam descendit; locusque, in superiori vasis parte, aere & aqua vacuus datur. Bullæ aereæ quæ in aqua continentur nunc minus compressæ, quia aer in superficiem aquæ non agit, sese expandunt & ad superficiem aquæ adscendunt; in hoc motu bullæ accelerantur ita ut juxta superficiem propter motum celerem non distincte videri possint; in adscensu etiam augentur, & comparando diametrum bullæ versus B, cum hujus diametro ubi ad superficiem aquæ accedit, sed satis distat ut distincte videatur, ad minimum in hoc situ diameter quadrupla est.

Pars vitri superior, ut dictum, omnino aere vacua est, nam exigua aeris, continuo ex aqua exeuntis, quantitas non consideranda est; bullæ ergo aereæ circa B ad profunditatem circiter unius pedis infra aquæ superficiem ab aqua

sola superincumbenti comprimuntur; quæ pressio ad pres-
* 423. sionem Atmosphæræ circiter est ut unum ad triginta duo *,
in qua ratione etiam spatium ab aere occupatum quando
a tota Atmosphæra comprimitur, ad spatium ab illo occu-
* 429. patum in bullis memoratis *; harum diameter in adscensu,
ut dictum, quadrupla fit, id est, ipsa bulla sexagesies &
quater major fit; & sic spatium ab aere, in hoc ultimo ca-
su, occupatum se habet ad spatium ab aere, a pondere
Atmosphæræ compresso, occupatum, ut sexagesies & qua-
ter triginta duo (id est 2048.) ad unum. Aer ab Atmo-
sphæra compressus, in antlia in spatio decuplo minori faci-
le reducitur, & ita densitas aeris memorati ad hujus aeris
densitatem est ut 1. ad 20480. Extrahendo radices cubicas
ex hisce numeris videmus distantias inter centra particula-
rum esse inter se ut unum ad viginti septem.

Ex hisce deducimus, particulas aereas non esse ejusdem
naturæ cum ceteris corporibus elasticis; nam non possunt
particulæ singulæ vicies & septies versus omnes partes se-
se expandere, & ita vicies millies augeri, servata su-
perficie omni inæqualitate aut angulo experte; in omni enim
expansione aut compressione particulæ facile moventur in-
ter se: cum etiam multo magis quam in hoc Experimento
431. aer dilatari possit, sequitur *aerem constare ex particulis se-
se mutuo non tangentibus & sese mutuo repellentibus*. Ta-
lem particularum proprietatem in multis occasionibus dete-
* 40. gi jam vidimus *; illamque & hic obtinere satis patet;
causa vero hujus vis nos omnino latet, & pro lege naturæ
ipsa habenda est, ut ex dictis inter n. 4. & 5. liquet.

432. *Vis, qua particulæ aereæ sese mutuo fugiunt, crescit in
ratione in qua distantia inter centra particularum minuitur*,
id est, vis illa est inverse ut hæc distantia. Quod ut de-
monstretur, considerentur duo cubi æquales A & B, inæ-
quales aeris quantitates continentes; sint distantiæ inter cen-
tra particularum ut duo ad unum; in eadem ratione sed in-
versa erunt numeri particularum in lineis *de* & *hi*: numeri
particularum agentium in superficies *dg* & *hm* sunt ut
unum ad quatuor, nempe ut quadrata numerorum parti-

cu-

cularum in lineis æqualibus; & ut horum numerorum cubi, ſcilicet ut unum ad octo, ſunt aeris quantitates in cubis contentæ; in qua etiam ratione ſunt vires comprimentes aerem
in cubis *. Vires agentes in ſuperficies æquales *dg* & *hm* * 429.
ſunt ut vires quibus aer comprimitur *, ſunt etiam in * 126.
ratione compoſita numerorum particularum agentium & actionum ſingularum particularum; hæc ergo ratio compoſita eſt ratio unius ad octo: rationum componentium prima, ut dictum, eſt unius ad quatuor, quare neceſſario ſecunda eſt unius ad duo, quæ eſt ratio inverſa diſtantiæ inter particulas. Hæcque demonſtratio generalis eſt, nam unum & octo cubos quoſcunque, unum & quatuor quadra radicum cuborum, & tandem unum & duo ipſas radices in genere deſignant.

Hæc demonſtratio probat actionem, quam particulæ continuo ab omni parte patiuntur, augeri in ratione in qua diſtantia inter centra particularum minuitur, ſive hæc actio ad particulas tantum vicinas, ſive etiam ad magis diſtantes, referri debeat. In primo caſu vis ipſa repellens, qua ſingulæ particulæ gaudent, eſt ut actio memorata, id eſt, inverſe ut diſtantia inter particularum centra.

In ſecundo caſu vis repellens ad omnes diſtantias eſt æqualis; tunc enim pendet actio in ſingulas particulas ab harum numero in eadem linea, qui numerus eſt inverſe ut diſtantia inter particularum centra. Tunc etiam, poſita eadem aeris denſitate, ibi major erit elaſticitas, ubi major aeris quantitas, quod experimentis non congruit, primum idcirco caſum locum habere videmus.

Effectus elaſticitatis aeris ſimiles ſunt effectibus gravi- 433.
tatis, aerque incluſus elaſticitate eodem modo quam non incluſus pondere ſuo agit.

Aer, a totius Atmoſphæræ pondere gravatus, verſus omnes partes premit ex ipſa natura liquiditatis, & vim quam exerit ab elaſticitate nullo modo pendere liquet, quia hac poſita aut ſublata vis illa, quæ a pondere Atmoſphæræ oritur & huic æqualis eſt, minime mutari poteſt. Cum vero aer
ſit

fit elafticus, pondere Atmofphæræ in tale fpatium redigitur, ut elafticitas, qua renititur in pondus comprimens,
* 126. hocce pondus æquet *. Elafticitas autem crefcit & minui-
* 432. tur cum diminuta aut aucta diftantia particularum *, & non intereft an pondere Atmofphæræ an quocunque alio modo aer in certo fpatio retineatur, in utroque cafu eadem cum vi fefe expandere conatur, & verfus omnes partes premit. Idcirco fi in terræ viciniis aer, fervata hujus denfitate, includatur, inclufi preffio valebit totius Atmofphæræ pondus.

EXPERIMENTUM 4.

TAB. XXVII. fig. 3. Tubus, Experimenti 1. capitis præcedentis, mercurio immerfus, vitro DC includitur, ita ut aer, in fuperficiem mercurii vafe V contenti premens, nullam cum aere exteriori communicationem habeat; aeris elafticitate ad eandem, ac in aere aperto, fuftinetur altitudinem mercurius in tubo.

Manente eadem aeris conftitutione, prædicta femper locum
434. habent; fed non immutabilis eft hæc conftitutio; *augetur fæpe aut minuitur vis repellens particularum, licet diftantia inter harum centra non mutetur*; de hac mutatione in libro fequenti agam; *calore crefcit elafticitas, frigore minuitur*.

CAPUT XIV.

De Antlia Pneumatica.

435. AEris elafticitas fundamentum eft conftructionis Machinæ, qua aer ex vafe exhauritur. *Antlia Pneumatica* vocatur, quæ variis modis conftruitur. In omnibus pars præcipua eft cylindrus metallicus cavus, ab interiori parte politus; in hoc movetur embolus, exactiffime cum cylindri fuperficie interiori congruens; ne aeri tranfitus ad latera detur. Fundo cylindri embolus applicatur, deinde elevatur, quo ex cylindri cavitate aer omnis excluditur. Si cum vafe quocunque, per tubum in fundo cylindri, cavitas hæc communicationem habeat, aer in vafe fefe expan-

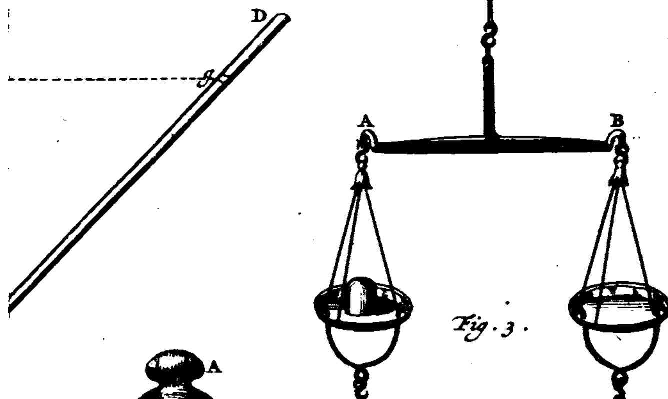


Fig. 3.

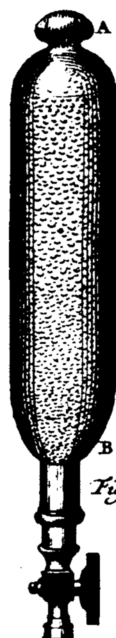
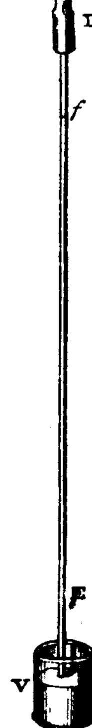


Fig. 6.





7.



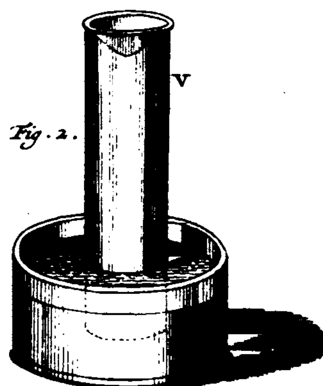


Fig. 2.

E, E; inter epiſtomia tubo jungitur tubus *l l*, quo communicatio cum cylindris C,C, datur.

Epiſtomiorum memoratorum uno, communicatio, exhauſto aëre, clauditur inter vas exhauſtum & cylindros; altero aër de novo vaſe intromittitur, & communicatio impeditur cum indice mercuriali.

438. Index hicce mercurialis in hac figura commode repræſentari non potuit; hujus uſus eſt determinatio quantitatis aëris ex vaſe exhauſti, ut & quantitatis in hoc ſuperſtitis; eo etiam vaſorum exhauriendorum capacitates menſurantur; quæ ut exacte notæ ſint in variis Experimentis deſideratur; in multis index noſter a vulgaribus differt.

In D ſæpe ope cochleæ orbi jungitur cylindrus parvus cochlea circumdatus, quo globus exhauriendus machinæ applicari poteſt.

In medio Orbis L L foramen datur, quod cochlea clauditur, aut quo machinæ variæ cum orbe junguntur.

439. Sæpe hac methodo orbi adaptatur pyxis cylindrica, orbibus coriaceis cera imbutis repleta, per quorum centra tranſmittitur filum æneum, quod ope manubrii agitari poteſt, quæ agitatio communicatur in loco aëre vacuo; cochlea circumdatur & pyxidem intrat hujus operculum, quo coria comprimuntur, ut exactius tranſitum aëris impediant.

440. Pyxis ſimilis ſæpe jungitur operculo, quod vaſis exhauriendis ſuperimponitur, ut videtur in fig. 3. Tab. XXVIII. & in fig. 2. Tab. XXXIII.

441. Quando vaſa orbi L L imponuntur, aut quando operculis vaſa obteguntur, aut quando cochleis machinæ junguntur, & in genere quando aëris ingreſſus cohibendus eſt, utimur cera, quæ admixtis oleo & aqua quantum quis deſiderat mollis redditur.

CAPUT XV.

Experimenta varia circa Aëris Gravitatem & hujus Elaſticitatem.

* 422. AErem gravem eſſe vidimus *; poteſt ut cetera corpora ponderari, & ſic hujus denſitas cum ceterorum corporum
* 288. denſitate poteſt conferri *. Si vas idem aërem continens, ut & exhauſto aëre, ponderetur, ponderum differentia erit aëris

pon-

pondus; quæ methodus hoc incommodi habet, quod bilance, etiam exactissima, pondere magno gravata, ponderum differentiæ minores exacte non detegantur; sequenti ideo methodo utendum.

EXPERIMENTUM I.

Exhausto aëre ex globo vitreo, cujus capacitas est 283. 442.
pollicum cubicorum, & pondere tali huic adjuncto, ut gravitate specifica aquæ gravitatem specificam fere æquet, aqua vase DE contenta globus immergatur, & filo jungatur unco adhærenti lanci libræ AB, de qua superius *. Eleve- * 271.
tur bilanx, donec pondere minimo æquilibrium detur, si aperto epistomio aër globum intret, in lance opposita ad æquilibrium instaurandum requiretur pondus P circiter centum granorum, aliquando majus, sæpe minus, pro diversa aëris constitutione, quæ hac in parte & per pondus Atmosphæræ mutatum & per frigus & calorem variationem subit.

TAB. XXVIII. fig. 1.

Corpora liquidis immersa ab iis sustinentur, magisque aut minus pro volumine corporis majori aut minori *, & * 299.
pondus amissum ex nota liquidi densitate determinatur *. * 297.
Præcedenti Experimento cognoscitur ergo quantum corpora in aëre minus quam in vacuo gravitent.

Ex his etiam deducimus, *corpora in æquilibrio in aëre, si* 443.
horum volumina fuerint inæqualia, in loco aëre vacuo non æqueponderare, quod confirmatur sequenti Experimento.

EXPERIMENTUM 2.

Lancibus bilancis *a b* imponuntur frustum ceræ *c* & pondus metallicum *p*, & datur æquilibrium. Bilanx in recipiente vitreo suspenditur, & aëre exhausto præponderat cera, cujus volumen superat volumen corporis *p*, & magis ab aëre sustinetur, quando hoc in recipiente admittitur, quo æquilibrium instauratur.

TAB. XXVIII. fig. 3.

Aëris elasticitas, in capite XIII. probata, magis fit sensibilis Experimento sequenti.

EXPERIMENTUM 3.

Vesica exacte clausa parvam aëris quantitatem contineat, 444.
vitro tegatur, & exhauriatur aër, quo pressio in vesicæ superficiem exteriorem minuitur; eodem tempore aër vesicæ inclusus sese expandet, & hæc inflabitur.

Elasticitatis vim totius Atmosphæræ ponderi æquari vidimus; effectus hujus vis sub oculis sequenti Experimento ponitur.

EXPERIMENTUM 4.

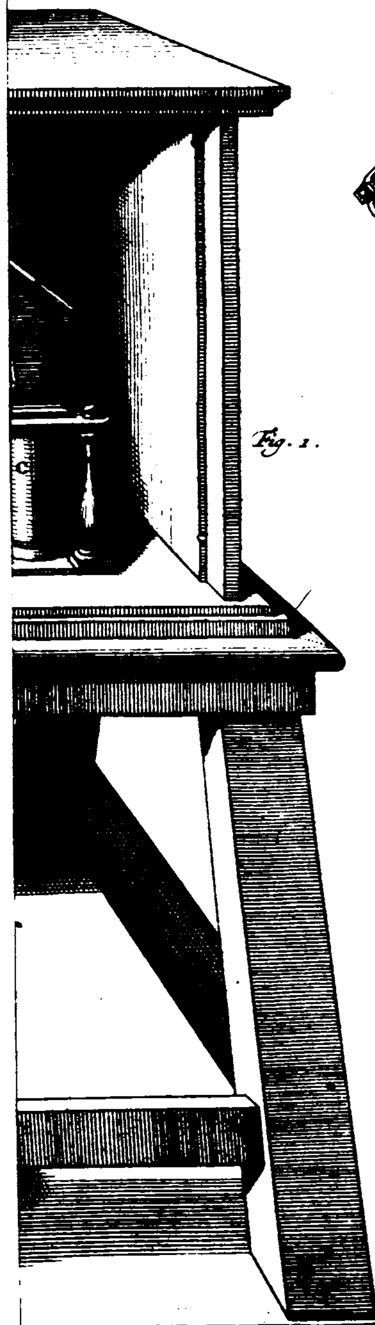
445. TAB. XXVIII. fig. 1. Vesica exacte clausa & aëre non omnino repleta, pyxidi æneæ A, cujus diameter est trium pollicum cum semisse, includitur, ita ut operculum, quod ex ligno est & non exacte cum pyxidis cavitate congruit, a vesica sustineatur; operculo pondera plumbea P, P imponuntur; habent hæc foramen in medio & trajiciuntur cylindro ligneo E, cum operculo cohærenti. Exhausto aëre vesica, ut in præcedenti Experimento, inflatur, quo pondera elevantur. Plura pro vitri magnitudine adhibentur pondera, & licet horum summa sexaginta aut septuaginta libras superent, facillime elevantur.

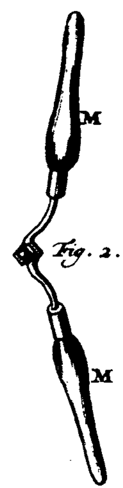
Aëris gravitas, hujus pressio quæ ex gravitate oritur, ut & elasticitas, effectus varios notabiles edunt; quosdam seligam, & Experimentis confirmabo.

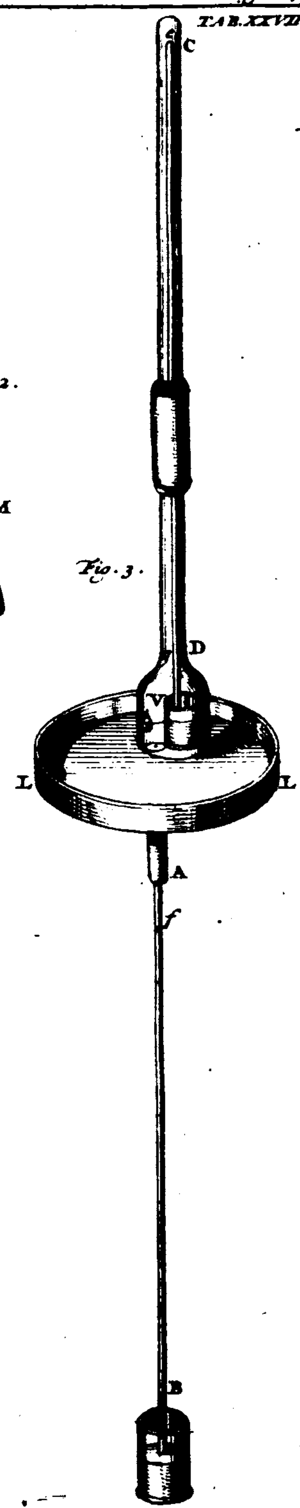
EXPERIMENTUM 5.

446. TAB. XXVII. fig. 3. Foramini in medio orbis L L antliæ pneumaticæ in inferiori parte, ope cochleæ, jungitur cylindrus æneus perforatus, cohærens cum tubo vitreo A B, ab utraque parte aperto, cujus extremitas B mercurio immergitur. In tubo *eg* clauso in *e* & aëre vacuo mercurius sustinetur, ut
* 422. antea dictum*. Vas V cum tubo orbi L L imponitur & vitro D C obtegitur, quo omnis communicatio tollitur inter aërem exteriorem & vas V, ut & cavitatem tubi A B. Aër in hoc tubo elasticitate sua impedit, ne aër, pressione aëris exterioris, in tubum adscendat; aër etiam recipienti D C in-
* 433. clusus elasticitate sustinet mercurium in tubo *ge**. Ex vase D C aër exhauriatur; dum densitas minuitur, elasticitas etiam decrescit*, & minor est vis cum qua mercurius in
* 430. tubo *ge* sustinetur, descendit ergo hydrargyrum. Eodem tempore resistentiam in tubo A B vincit pressio aëris externi, & in tubum mercurius adscendit. Diminutio elasticitatis in tubo A B & in vase B C eadem est, & effectus diminutionis in utroque casu idem: idcirco tantum in tubo *eg* descendit mercurius, quantum adscendit in tubum A B, quod

TAB. XXVII.









quod cum Experimento congruit. Elevatur hac methodo mercurius ad *f*, dum tubus *ge* fere omnino vacuus remanet; admisso iterum aëre, mercurius in tubum *ge* adscendit, dum in tubo AB deprimitur.

EXPERIMENTUM 6.

Detur antlia A, cujus embolus fundo applicetur, tubus 447.
cum antlia cohærens aqua immergatur; elevetur embolus, TAB. XXVIII. fig. 4.
insequetur illum aqua; hæcque cavum inter antliæ fundum & embolum implebit, quod ex pressione aëris exterioris oritur.

Ex hac ratione in vacuo non adscendit aqua.

EXPERIMENTUM 7.

Cum antlia A, quæ cum operculo, quo vitrum exhaurien- 448.
dum obtegitur, cohæret, conjungatur tubus vitreus *bc*, cu- TAB. XXVIII. fig. 5.
jus extremitas *c* infra aquæ, vase V contentæ, superficiem descendit; fundo antliæ embolus applicetur, & ex recipiente aër exhauriatur. Si embolus elevetur, non adscendet aqua.

EXPERIMENTUM 8.

Vis, qua aër in corpora premit, hæc sæpe disrumpit, quan- 449.
do pressio ab omni parte non est æqualis. Cylindrus æneus TAB. XXVIII.
A lamina vitrea plana obtegitur, si ex cylindro aër extra- fig. 6.
hatur, pressione aëris externi confringitur lamina vitrea & in frusta exigua quasi in pulverem redigitur.

EXPERIMENTUM 9.

Detur antlia A diametri unius pollicis; applicetur em- 450.
bolus fundo antliæ, & apertura in fundo antliæ claudatur; TAB. XXIX. fig. 1.
si pondus decem librarum P cum antlia conjungatur & manubrium B emboli sustineatur, non descendit antlia; descendere enim non potest, nisi pondus superet aëris pressionem & emboli attritum; illa vero pressio sola decem libras excedit.

EXPERIMENTUM 10.

In loco aëre vacuo solo pondere *p*, quo attritus emboli 451.
superatur, descendit antlia. TAB. XXIX. fig. 1.

EXPERIMENTUM 11.

Magis sensibilem videmus effectum compressionis aëris, 452.
quando duo sphæræ segmenta H & I junguntur. Sit utrius- TAB. XXIX. fig. 1.

que ora polita, & congruant hæ inter se, ceraque interposita aër excludatur. In segmento H epistomium datur, quo segmenta conjuncta antliæ pneumaticæ applicantur, & quod exhausto aëre clauditur. Annulo A segmenta suspenduntur, & ope annuli Q his pondera appenduntur, quæ tabulæ T imponuntur. Posito segmentorum diametro trium pollicum cum semisse, pondus centum & circiter quadraginta librarum requiritur ut segmenta separentur.

EXPERIMENTUM 12.

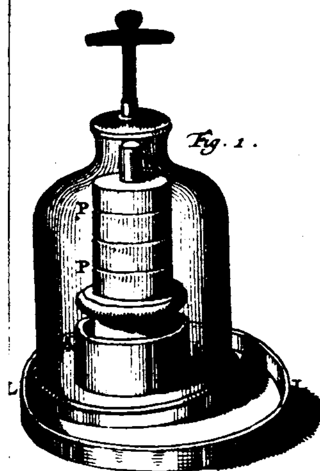
453. TAB. XXX. fig. 1. Ut in Experimento præcedenti segmenta sphæræ jungantur & aër exhauriatur; si in loco aëre vacuo suspensa fuerint pondere exiguo P, quo ceræ cohæsio superatur, separantur. In hoc Experimento cum orbe L L conjungitur pyxis cum coriis *, quam filum æneum E F, cui pondus appenditur, trajicit. Ne casu segmenti inferioris vitrum, in quo Experimentum fit, frangatur, cylindro ligneo cavo M hoc segmentum recipitur. Segmenta in hac figura suspenduntur operculo recipientis exhauriendi, possunt etiam sustentaculo, cum cylindro M cohærenti, appendi.

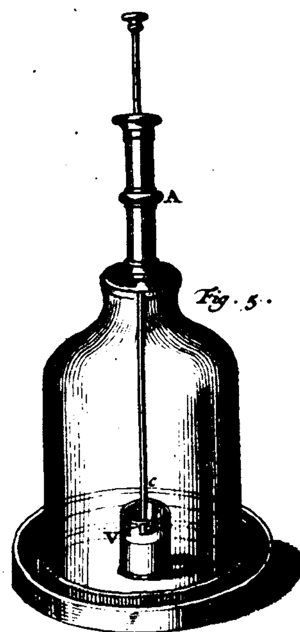
* 439.

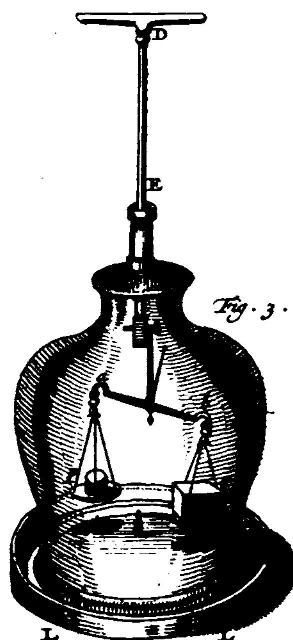
Ut difficulter separentur sphæræ segmenta, non requiritur ut aëre vacua sint; eadem vi ac in Experimento 11., ad hæc separanda indigemus, quando vasi inclusa, relicto inter segmenta aëre in statu aëris exterioris, & clauso epistomio, in vase aër ad densitatem duplam redigitur. Quod ut Experimento confirmetur, machinæ descriptio præmittenda est, qua in aëre compresso Experimenta instituuntur.

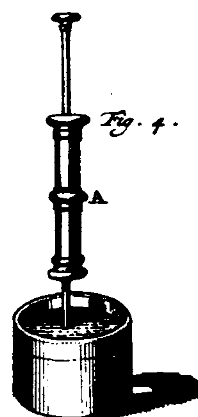
454. TAB. XXXI. fig. 5. Tabulæ ligneæ *aa*, longitudinis circiter quindecim & latitudinis decem pollicum, imponitur orbis æneus N, diametri quinque aut sex pollicum, cujus figura separata datur in N Tab. XXIX. fig. 4.; habet hic annexum cylindrum P, qui non perforatur, & tabulam *aa* trajicit. Huic orbi imponitur vitrum VV, altitudinis circiter decem pollicum; cylindrice ab utraque parte hocce vas terminatur, & partes cylindricæ annulis æneis circumdantur.

Obtegitur vas operculo D. Columnæ CS, CS cum tabula *aa* cohærent, trajiciuntque lignum *de*, quo operculum D ar-


Fig. 1.
P
P
L


A
Fig. 5.
c
V


D
E
Fig. 3.
L
L


Fig. 4.
A

arcte cum vase conjungitur, ut & vas cum orbe N, ope cochlearum *ff*. Talis arcta compressio maxime est necessaria, si prius cera induta fuerit vitri utraque ora.

Operculi separata Figura datur in D Tab. XXIX. fig. 4.; cum hoc cohæret pyxis cum coriis *, & ne superficiei nimis parvæ applicetur lignum *de*, ipsum operculum pyxidis apertæ speciem fert.

* 439.

Trajicit pyxidem cum coriis filum æneum perforatum C, cum quo cohæret epistomium B.

Comprimitur aër in vase jungendo epistomio postremo memorato antliam A B, cum hac conjunctum datur epistomium, in quo, præter foramen solitum, aliud obliquum datur, quod ad *f* pervenit, & quo clausa communicatione inter vas & antliam, hæc cum aëre exteriori communicatur, & aëre impletur elevando embolum. Aperta communicatione inter vas & antliam, descensu emboli aër in antlia contentus vase intruditur; hacque sæpius repetita operatione tandem ad propositam densitatem redigitur. 455. TAB. XXIX. fig. 6.

EXPERIMENTUM 13.

Ut in nunc in aëre compresso segmenta sphærica separentur, sustentaculo M L segmentum I cum orbe N conjungitur, ope cochlearum in M & L. Eodem modo, cochleis in F & E, segmentum H cum filo C cohæret. Segmenta sibi mutuo applicantur. De cetero quæ in descriptione machinæ dicta observantur, aërque in vase comprimitur ut habeat densitatem duplam illius quam ex Atmosphæræ compressione acquirit. In P annulus Q orbi N annectitur, ut & annulus A epistomio B. Invertitur machina, & annulo Q suspenditur; tabula T, cui pondera imponuntur, annulo A appenditur; & ni pondera centum & quadraginta libras circiter valeant, non separantur segmenta. Cochleis X, X, quales tres dantur, ne nimium in segmentorum separatione tabula T descendat, cavetur. 456. TAB. XXIX. fig. 4. TAB. XXIX. fig. 5.

EXPERIMENTUM 14.

Orbi L L machinæ pneumaticæ adaptetur tubus A B, epistomium in superiori parte connexum habens, & junctus cum tubo minori supra orbem prominenti. Huic imponitur 457. TAB. XXX. fig. 2.

nitur recipiens vitreus R, quo tubus prominens obtegitur. Extremitas B tubi AB aqua vase V contenta immergitur, & evacuato recipiente R epistomium aperitur; magna cum vi in recipientem prosilit aqua, ex eadem ratione ex qua in tubo aëre vacuo ad altitudinem triginta duo-
* 423. rum pedum sustineri potest *.

Experimentum 15.

458. TAB. XXX. fig. 1. Aëris elasticitas eundem edit effectum. Detur vas æneum cylindricum V, exactissime clausum. In fundo apertura datur, qua aqua infunditur, & quæ cochlea clauditur. Superiori vasis parti adferruminatur tubus ad fundum vasis fere pertingens, & cui in extremitate extra vas prominenti epistomium jungitur (vide fig. 4.). Ope cochleæ adaptatur vas hocce inferiori parti orbis LL antliæ pneumaticæ, datur & hic tubus prominens, qui recipienti R obtegitur. Si ex hoc aër exhauriatur, & vas V circiter duabus partibus tertiis aqua impletum sit, aperto epistomio violenter in recipientem aqua prosiliet, ex elasticitate aëris, in superiori parte vasis V contenti. Aër hic in aquæ superficiem premit, in tubo, aperto epistomio, pressio minor datur; tubum ideo aqua intrat.

Experimentum 16.

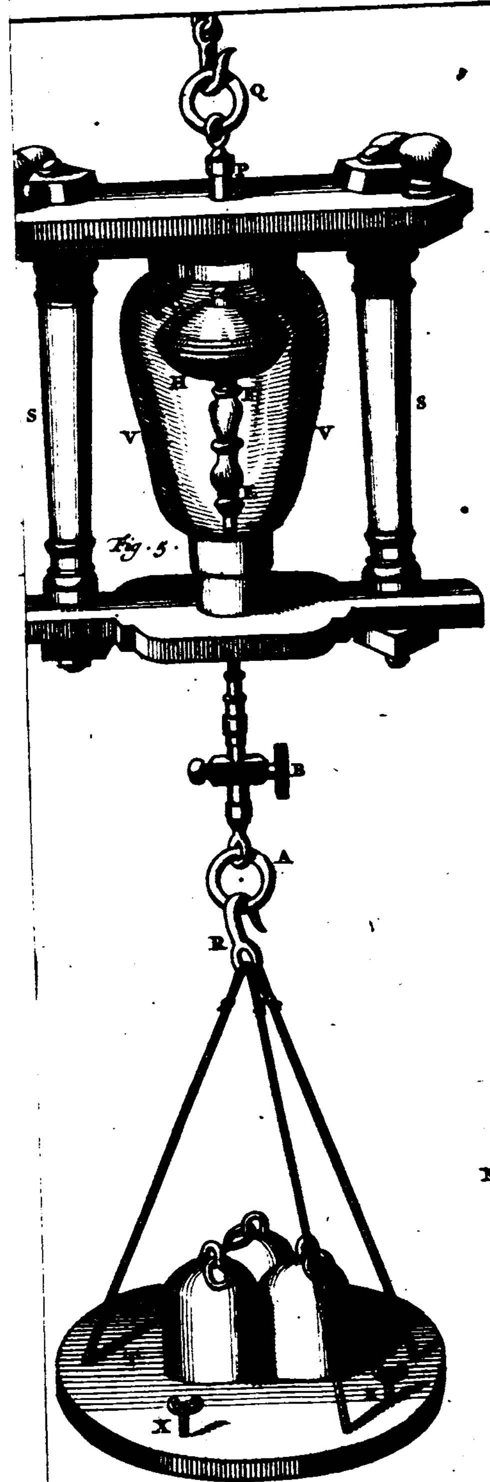
459. TAB. XXX. fig. 4. In ipso aëre aperto violentissime prosiliet aqua ex vase V, si, hoc duabus partibus tertiis aqua repleto, aër in superiori parte comprimatur, quod præstatur ope antliæ antea me-
* 455. moratæ *.

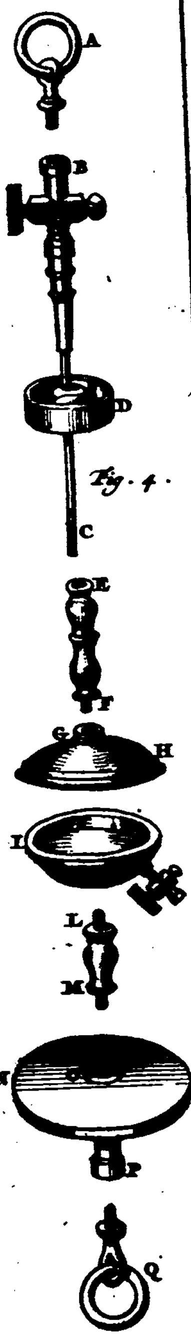
Experimentum 17.

460. TAB. XXXI. fig. 1. Vitrum R eversum aqua vase V contenta immergitur, aër aquam excludit, ad quamcunque profunditatem immergatur; quo tamen vitrum profundius descendit, eo etiam in minus spatium aër in hoc reducitur.

461. Hoc fundamento nituntur machinæ, quibus urinatores in mare descendunt. Campanæ speciem referunt hæ, & gravitate sua descendunt; aqua ad ipsum urinatorem non pertingit; novus aër continuo huic mittitur in vesicis funi alligatis, quas ad se trahit; aër respiratione calefactus ad superiorem partem machinæ adscendit & per epistomium in eo

loco


Q
P
S
S
V
V
H
H
Fig. 5.
B
A
R
X


A
B
D
Fig. 4.
C
E
F
G
H
I
L
M
N
P
Q

loco expellitur pressione aquæ, quæ in inferiori parte in aërem campana contentum premit, quæ pressio vim superat qua aqua per epistomium descendere conatur; pressio enim liquidorum cum profunditate augetur *. * 290.

Experimentum 18.

462. TAB. XXXI. fig. 2. Ex vitro conflantur homuli altitudinis circiter unius pollicis cum semisse; cavi hi sunt & aëre replentur, foramenque exiguum in pedum altero datur. Ut aqua paululum leviores sint etiam requiritur. Aqua vase A B contenta immerguntur. Vas hoc altitudinem habet unius pedis aut quindecim pollicum, & vesica obtegitur, quæ superiori vasis parti firmiter alligatur, relicta exigua aëris quantitate inter vesicam & aquæ superficiem. Si digito vesica comprimatur, in minus spatium aër memoratus redigitur, & aquæ superficies magis comprimitur; aqua magis compressa homunculos intrat per foramina in illorum pedibus, & aërem in ipsis magis comprimit. Graviores homuli facti versus fundum vasis descendunt, citius aut lentius pro foraminis magnitudine, etiam pro gravitate specifica homuncionum magis aut minus cum aquæ gravitate specifica congruente. Sublato digito minus in homulis compressus aër sese expandit, & aquam expellit, iterumque ad aquæ superficiem adscendunt.

Experimentum 19.

463. TAB. XXXI. fig. 3. Animalia ad vivendum aëre indigent. Si animal quodcunque vitro V includatur, & aër exhauriatur, statim violento motu agitatur, & ni subito aër iterum admittatur, vitæ expers cadit. Dantur quædam animalia quæ diutius in loco evacuato vivunt.

Experimentum 20.

464. TAB. XXXI. fig. 4. Quidam etiam pisces sine aëre vivere nequeunt; in aliis nulla fere observatur mutatio, nisi quod oculi inflentur. Experimenta circa pisces instituenda sunt in vitro V, quod orbi antliæ pneumaticæ imponitur, & foramini, per quod aër exhauritur, jungitur tubus ad vitri partem superiorem fere pertingens; aqua infunditur; pisces in hanc injiciuntur; operculo vitrum clauditur; & pars vitri superior evacua-

 tur.

tur. Sublata aëris pressione in aquæ superficiem sese aër in piscis corpore expandit, quo hic levior factus in aquam descendere nequit.

EXPERIMENTUM 21.

465. TAB. XXXI. fig. 5. In aëre compresso Experimenta circa animalia instituuntur, ope machinæ superius descriptæ *. In hoc casu non subito animalia moriuntur, quia ex compressione aëris vasa in corpore non franguntur, si tamen diutius in tali aëre degant, noxius illis est, & etiam in compressione majori, ad quam vas metallicum requiritur, brevi tempore pereunt.

* 454.

EXPERIMENTUM 22.

466. Liquida pleraque aërem continent; quando vitro obteguntur, & aër ex hoc extrahitur, aër in illis contentus sese dilatat, & exit. In eo casu sæpissime actio particularum liquidi in se mutuo mutatur, & fermentatio datur.

CAPUT XVI.

Variarum machinarum descriptio & harum effectuum explicatio.

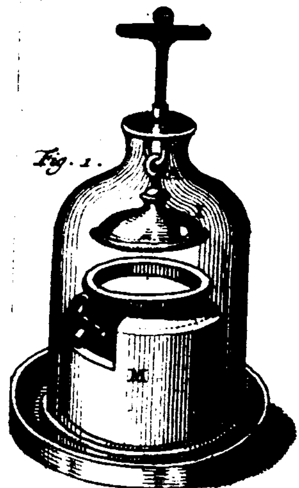
EXPERIMENTUM I.

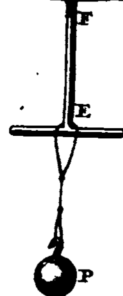
467. TAB. XXXII. fig. 1. Tubi incurvi *a* S *b* extremitas *a* aqua immergitur, dum extremitas *b* infra aquæ superficiem descendit. Si fugendo aut quocunque alio modo aëre evacuetur tubus, fluet aqua per *b*. Hæc machina *sipho* vocatur.

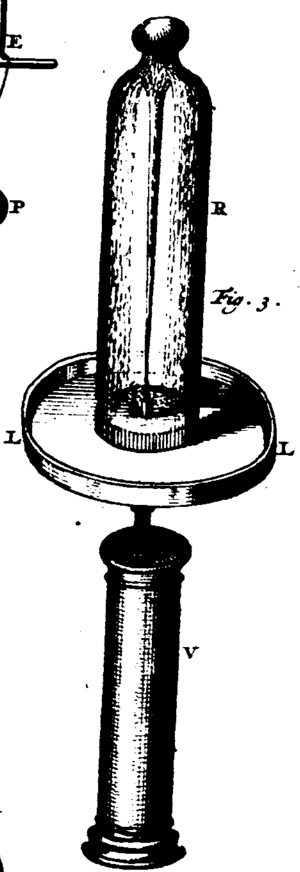
468. Hujus effectus ex pressione aëris oritur; qui aquam in siphone pellit, premens in superficiem aquæ vase contentæ; premit etiam aër in aquam ex orificio *b* exeuntem, illamque sustinet; pressiones hæ sunt æquales, & in superiori parte siphonis contrarie agunt, ibique valent Atmosphæræ pondus, dempto pondere columnarum aquearum, quæ a pressionibus sustinentur. Columna aquea in crure S*b* altitudine oppositam columnam superat; ergo a parte *b*S magis aëris pressio minuitur, & pressio opposita hanc vincit, fluitque aqua versus *b*.

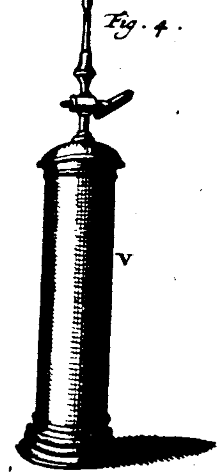
EXPERIMENTUM 2.

469. TAB. XXXI. fig. 6. Sipho memoratus hoc incommodi habet, quod ab effectu si cessa-


Fig. 1.
M


F
E
P


R
Fig. 3.
L
L
V


Fig. 4.
V

cessaverit, non iterum aqua fluat, nisi aëre tubus de novo evacuetur. Corrigitur hocce vitium, construendo siphonem figuræ *a* S *b*, cujus crura sunt æqualia & incurvata: si enim aqua impleatur sipho, & crus unum aqua immergatur, ut aqua orificium superet, ex ratione, in explicatione præcedentis Experimenti data, fluet aqua per crus alterum. Crura cum incurvata sint, non evacuatur sipho quando fluxus aquæ cessat, & sic semel impleto siphone, semper ad effectum suum producendum paratus est. Aqua per illum fluit & refluit pro majori altitudine ab una aut alia parte.

Eodem, cum machinis præcedentibus, nititur fundamento sipho ad aquam in receptaculo evehendam adaptatus. 470. TAB. XXXII. fig. 2.
Effectus hujus siphonis sensibilis redditur ope machinæ, constantis ex duobus globis vitreis H & I, qui junguntur tubo CDE. Globus I cum aqua evehenda communicationem habet tubo AB, qui ad globi summitatem fere pertingit. In inferiori parte jungitur globo H tubus FG, longitudine tubum integrum AB æquans.

Globus H aqua impletur ope infundibuli, & hoc obturatur.

In machinis quæ ad usum applicantur ex receptaculo aquam evehendam continenti quocunque modo hæc in vas H deducitur, & epistomio inter vas & receptaculum clauditur communicatio.

EXPERIMENTUM 3.

Aperto epistomio G fluet aqua, & per tubum AB in vas I adscendet; quo repleto ducitur aqua in loco quocunque, & repetita machinæ operatione continuatur aquæ elevatio.

Aperto epistomio G, premit aër in aquam ex tubo FG 471.
exeuntem; premit etiam aër in superficiem aquæ in receptaculo, & in tubo AB sustinetur. Pressiones hæ sunt æquales & ab hisce demtis aquæ columnis quas sustinent, dantur vires quibus agunt in aërem in vasorum partibus superioribus & tubo CDE contentum. Columna FG, quia ei superadditur aquæ altitudo in vase H, semper superat columnam in tubo AB; pressio ergo in G alia magis minuitur &

 ab

ab hac ſuperatur, adſcenditque aqua per tubum AB, deſcendit vero per FG.

472. TAB. XXXII. fig. 3. Ut antliarum vulgarium actio & effectus ante oculos ponatur, conſtruatur antlia parva ex vitro. Sit AB cylindrus vitreus longitudinis ſex aut ſeptem pollicum, & cujus diameter ſit unius pollicis cum ſemiſſe. In fundo ei jungitur tubus cujuscunque longitudinis CD. Hujus apertura ſuperior clauditur globo plumbeo, ita ut aqua ex cylindro AB deſcendere nequeat, in hoc autem adſcendere facile poſſit elevando globum, quo loco valvulæ utimur. Embolus in cylindro AB movetur, qui corio circumdatus hujus capacitatem exacte implet: datur in embolo foramen, quod etiam, loco valvulæ, globo obturatur, ita ut per embolum aqua adſcendere, deſcendere vero non poſſit.

EXPERIMENTUM 4.

Fundo cylindri admoveatur embolus, huic ſuperinfundatur aqua, ut aëris tranſitus cohibeatur, ſi aquâ immergatur extremitas D tubi CD, & elevetur embolus, adſcen-
* 447. det aqua in cylindrum AB *, ex quo deſcendere nequit; quare per embolum tranſit, quando hic deſcendit. Elevato iterum embolo nova aqua cylindrus repletur; & prima in cylindrum ligneum F cum cylindro vitreo cohærentem elevatur, ex quo per tubum G fluit.

473. Cum omnium machinarum in hoc capite deſcriptarum effectus ab Atmoſphæræ preſſione pendeant, non multum ultra triginta duos pedes in hiſce machinis aqua adſcen-
* 423. dit *.

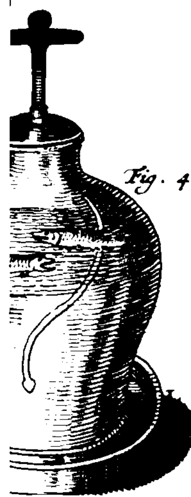
Fonticuli varii dantur *Heronis* dicti; unius conſtructionem explicabo.

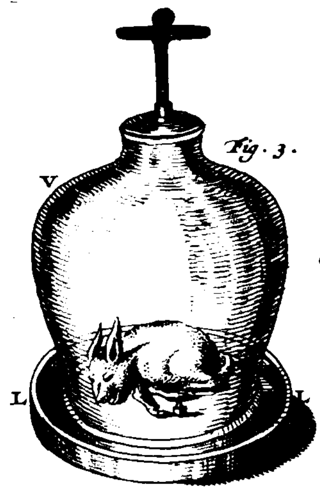
474. TAB. XXXII. fig. 4. Vaſa elliptica duo æqualia AB & CD, ab omni parte exacte clauſa, ex metallo quocunque conſtruuntur.

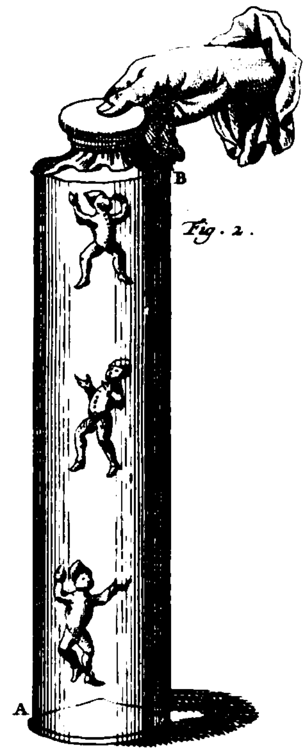
In utroque datur ſeparatio per centrum ellipſeos tranſiens & vas integrum in duas partes æquales ſecans.

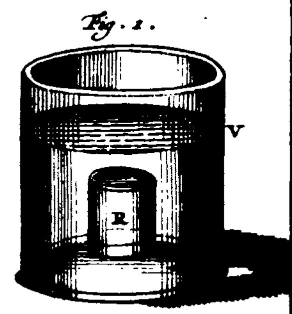
Separatio *lmni* in vaſe DC ad ellipſis axim perpendicularis eſt, ſeparatio *cfgb* alterius vaſis ad hunc axim inclinatur.

Orà


Fig. 4


Fig. 3.
V
L
L


B
Fig. 2.
A


Fig. 1.
V
R

Orâ elevatâ lamina ſuperior vaſis A B circumdatur.

Quatuor tubis vaſa junguntur. Primus *op* cavitatem B vaſis A B trajicit, & nullam cum hac communicationem habet, & ad fundum uſque cavitatis D fere deſcendit. Secundus *st* ſuperiori parti cavitatis D adferruminatur, & ad ſupremam partem cavitatis B adſcendit, non vero laminam ſupremam tangit. Tertius *qr* ab inferiori parte cavitatis B fere ad fundum cavitatis C pervenit. Quartus *xv* ſuperiori parti cavitatis C cohæret, & ad ſuperiorem partem cavitatis A fere pertingit.

Datur tandem tubus *zy*, qui dum laminam ſupremam vaſis A B trajicit, & illi adferruminatur, in cavitate A deſcendit, ita ut extremitas *z* a fundo non multum diſtet.

Cavitatibus ſingulis junguntur epiſtomia; aut in illis aliæ aperturæ dantur, quæ cochleis & interpoſito corio obturantur; harum præcipuus uſus eſt, ut exacte cavitates evacuentur, ne ab interiori parte rubiginem contrahant.

EXPERIMENTUM 5.

Tubo *op* aqua infundatur, qua cavitas D impletur; adſcenditque aqua, ſi infuſio continuetur, per tubum *st*, & per *qr* in cavitatem C deſcendit, quæ etiam impletur, aëre adſcendente per *xv* & exeunte per *zy*. Evertatur machina, apertis epiſtomiis cavitatum C & D, deſcendet aqua in cavitatibus B & A. Clauſis iterum epiſtomiis, ut & apertura *y* tubi *zy*, erigatur machina, & infundatur aqua de novo tubo *op*, donec ſuperficies ſuprema machinæ aqua obtegatur. Si nunc apertura *y* reſeratur, aqua in altum proſiliet fere ad altitudinem duplam totius machinæ, & durabit aquæ motus donec cavitas C evacuata fuerit. Minuetur continuo aquæ proſilientis altitudo, & in fine non erit dupla diſtantiæ inter vaſa.

Hujus machinæ effectus tribuendus compreſſioni aëris in 475.
vaſis. Preſſio Atmoſphæræ in *o* & in *y*, ut & in ipſis vaſis eſt æqualis, & hæ preſſiones ſeſe mutuo deſtruunt, quare in examine machinæ non conſiderantur. Quando ultimo loco aqua tubo *op* infunditur, in hoc ſuſtinetur preſſione aëris in cavitate D contenti & in ſuperficiem aquæ, quæ ad par-

vam in hac cavitate altitudinem datur, agentis; qui ergo aër comprimitur pondere aquæ ad altitudinem *po*: agitur de pressione qua pressio Atmosphæræ superatur. Aër in superiori parte cavitatis B per tubum *st* cum aëre memorato communicationem habet, & æqualiter comprimitur, eademque cum vi agit in superficiem aquæ in hac cavitate. Hæc pressio superaddenda est pressioni ex aquæ altitudine, ut habeamus vim qua aër in cavitate C comprimitur, ut & in superiori parte cavitatis A, propter communicationem per tubum *xv*. Pressio ergo in superficiem aquæ in hac cavitate A valet columnam aqueam, cujus altitudo est fere duplum altitudinis totius machinæ; & ideo prosilit quasi a tali columna premeretur, id est, ad altitudinem non multum ab altitu-
* 358. dine hujus columnæ differentem adscendit *.

Minuitur continuo altitudo, columnæ enim aqueæ, quæ aërem comprimunt, continuo minuuntur, quia aqua adscendit in cavitatibus C & D, & hujus altitudo minuitur in cavitate B. Eodem tempore etiam continuo evacuatur cavitas A, & per majus spatium adscendit aqua antequam ad *y* perveniat, ideoque ad minorem supra *y* altitudinem propellitur.

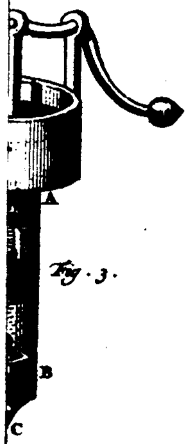
CAPUT XVII.

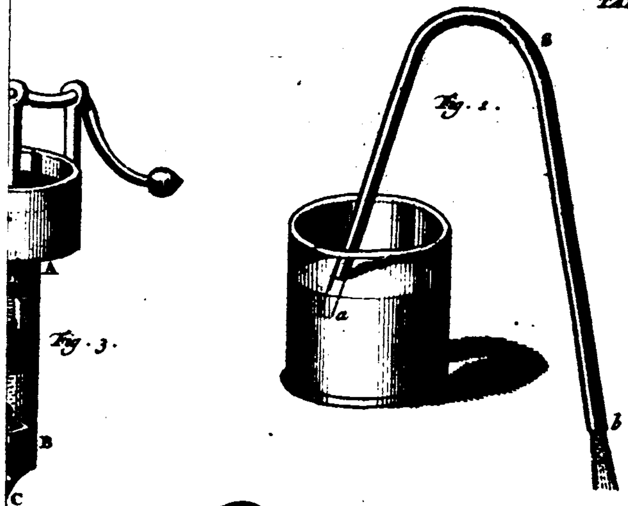
De Aëris motu undulatorio, ubi de Sono.

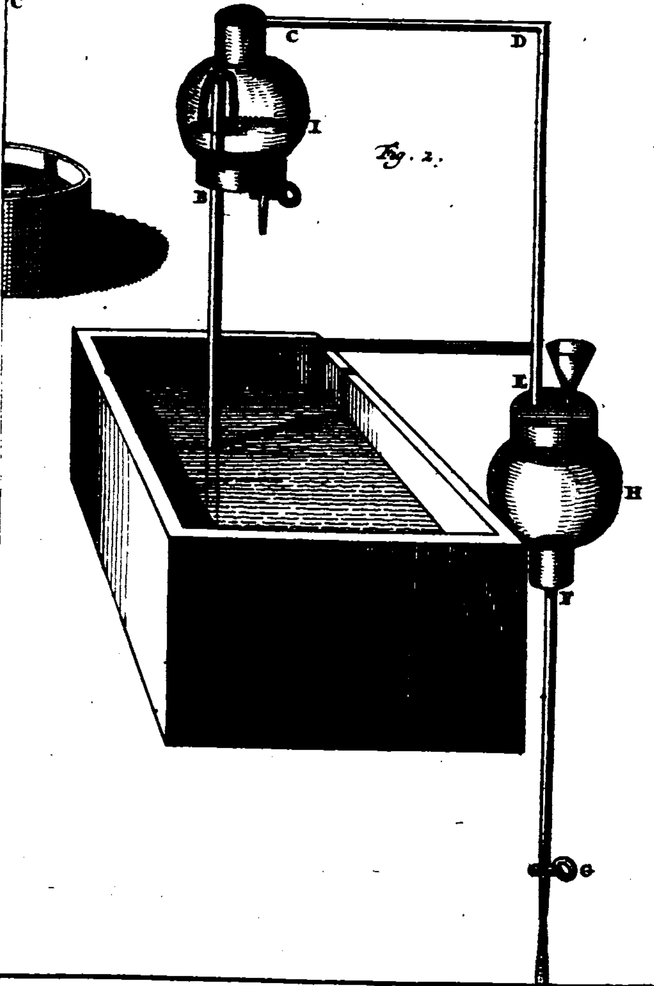
476. SI *aër quocunque modo agitetur*, particulæ motæ e loco recedunt, vicinasque in minus spatium reducunt; & aër dum in uno loco dilatatur in vicino comprimitur. Aër compressus ex restitutione elateris ad pristinum non modo statum redit, sed ipse dilatatur ex motu a particulis acquisito.

Hoc motu aër primo dilatatus in primum statum restituitur, aërque versus alias partes comprimitur. Hoc iterum obtinet dum aër ultimo compressus sese expandit, quo de novo compressio aëris producitur. *Oritur* ergo *ex agitatione quacunque motus analogus cum motu undæ in aquæ su-*
* 402. *perficie**; eodem nomine datur, & *vocatur aëris unda* aër

com-


Fig. 3.
A
B
C


Fig. 1.
a
b


Fig. 2.
C
D
I
B
L
H
F
G

compressus cum insequenti dilatato *. * 403.

Aër compressus versus omnes partes semper dilatatur, & *motus undarum est motus sphæræ sese expandentis*, eodem 477.
modo ac in superficie aquæ undæ per circulum moventur *. * 405.

Dum unda in aëre movetur ubicunque transit, particulæ e 478.
loco removentur & ad illum redeunt, spatiumque brevissimum itu & reditu percurrunt.

Ut hujus motus leges pateant, concipiamus particulas aë- TAB. XXXIII. fig. 1.
reas ad distantias æquales in linea recta esse dispositas *a*, *b*, *c*, *d*, &c. f; moveatur unda per hanc lineam; ponamus autem illam pervenisse inter *b* & *p*; aërem dilatari inter *b* & *h*, comprimi vero inter *h* & *p*; ut hæc omnia in linea 1. repræsentantur.

Densitas maxima datur in m, loco medio inter h & p, & 479.
maxima dilatatio inter b & h in medio e.

Ubicunque particulæ vicinæ non æque distant, motus ex 480.
elasticitate datur particularum minus distantium versus magis distantes *; hicque motus solus, seposito omni motu ac- * 432.
quisito, examinandus est.

Inter b & e datur motus a *b* versus *e*, id est, *cum motu* 481.
undæ conspirans; qui etiam datur inter m & p.

Motus autem contrarius est *inter e & m, & ab m versus* 482.
e dirigitur.

In m & *e*, ubi motus directiones mutantur, *nulla ex ela-* 483.
sticitate datur actio, quia particulæ vicinæ ad distantias æquales inter se positæ sunt.

In locis b, h, & p omnium maxima est distantiarum particula- 484.
rum vicinarum differentia; ideoque omnium maxima *elasticitatis actio*.

Deducimus ex his particulam, pro vario in unda situ, variam ab elasticitate actionem pati, qua illius motus generatur, acceleratur, minuitur, aut destruitur; idcirco directio motus particulæ, ex sola directione memoratæ actionis, determinari nequit, & cum hac directione non semper congruit illa, singularumque particularum motus omnibus momentis mutatur.

Particulæ omnes inter *b* & *p* translatæ sunt, juxta ordinem litterarum. Particulæ inter *b* & *p* juxta hanc directionem

nem motum continuant, ceteræ inter *b* & *b* versus *b* redeunt, ut in sequentibus dicetur.

Perseverant hæ in motu quo regrediuntur, donec ex actione elateris, cujus directio in puncto *e* mutatur, motus acquisitus de novo destruatur; in quo casu particula ut *b* ad quietem & pristinum situm redit. In momento sequenti particula *c* in situ pristino quiescit, *p* vero ad *q* accedit, ut in linea 2; & successive, in momentis æqualibus, adipiscetur unda omnes situs, qui hic in lineis 1. 2. 3. &c. 13. videntur;

485. & *dum unda* a situ in linea 1. ad situm in linea 13. pervenit, totam *percurrit latitudinem suam. Particula p* in hoc motu *it & redit*, hujusque motus in hac figura sensibilis est, &, ut clare patet, particula hæc *successive per omnes situs particularum in unda transit*. Singulæ particulæ successive simili motu agitantur.

486. *Motus cujuscunque particulæ*, ut *p*, *in itu & reditu suo analogus est cum motu penduli vibratorio*, *dum* duas peragit oscillationes, id est, semel *it & redit*. Pendulum in oscillatione descendit, motusque acquisitus cum gravitatis actione conspirat & hac acceleratur, donec ad punctum arcus describendi infimum, id est, medium viæ percurrendæ, pervenerit; motu acquisito pergit qui actione gravitatis, cujus directio in hoc puncto mutatur, destruitur, dum corpus per alteram arcus describendi partem adscendit: corpus hoc iisdem legibus redit.

Particula *p* ex elasticitate movetur, motusque acceleratur ex elasticitatis actione, donec ipsa ad situm particulæ

* 481. *m* in linea 1. pervenerit *, qui situs in linea 4. videtur, in qua particula *p* occupat punctum medium spatii itu & reditu percurrendi. Motu acquisito, licet elasticitas contra-

* 482. rie agat *, in motu perseverat, donec illius actione totus motus sit destructus, quod fit percurrendo spatium æquale illi in quo fuit generatus; datur tunc particula in situ, in quo videtur in linea 7., qui respondet cum situ particulæ *b* in linea 1. Ex elasticitate tunc particula redit & accele-

* 482. ratur, donec situm particulæ *e* in linea 1. adepta sit *, ut in linea 10.; id est, donec iterum, ut in linea 4., versetur

in

in puncto medio viæ percurrendæ. In reditu ſuo continuat
particula donec ex actione elateris, cujus directio iterum
mutatur *, totus motus deſtruatur; tuncque particula ad * 483.
priſtinum ſitum ut in linea 13. redit, & ibi, cum nova
actione non agitetur, quieſcit. Idcirco *ceſſante motu cor-* 487.
poris tremuli, quo aër agitatur, novæ undæ non generantur,
numeruſque undarum a numero agitationum illius corporis
non differt.

Si in pendulo poſt duas vibrationes gravitatis actio ceſ-
ſaret, ut in aëre, poſt itum & reditum particulæ, elaſti-
citatis actio in hanc particulam ceſſat, in omnibus motus par-
ticulæ aëreæ cum motu corporis penduli congrueret. In pun-
cto medio arcus oſcillatione percurrendi nulla datur gra-
vitatis actio, hujuſque directio mutatur; in puncto medio
ſpatii a particula *p* itu & reditu percurrendi, in quo datur
in linea 4. & 10., congruit hujus particulæ ſitus cum ſitu
particularum *m* & *e* in linea 1., in quibus punctis nulla ela-
ſticitatis actio datur, & hujus directio mutatur *. In pen- * 483
dulo quo magis corpus oſcillatum a puncto infimo aut medio
arcus deſcribendi diſtat, eo magis vis gravitatis in illud agit;
quo magis etiam particula *p* a puncto medio ſpatii percur-
rendi diſtat, eo major in illam eſt elaſticitatis actio, & in
lineis 1. 7. & 13. maxime a puncto memorato diſtat parti-
cula, ſituſque hujus congruit cum punctis *b*, *h*, & *p* in linea
1., in quibus elaſticitatis actio eſt omnium maxima *. * 484.

Qua lege hæc elaſticitatis actio, cum aucta a ſæpius me-
morato puncto medio diſtantia creſcat, determinatur ex le-
ge ipſa elaſticitatis aëris, cujus particulæ ſeſe mutuo fugiunt
cum vi quæ eſt inverſe ut diſtantia inter particularum cen-
tra *: & demonſtratur elaſticitatis actionem in particulam ut *p* * 432.
ad inſtar diſtantiæ a puncto ſpatii percurrendi medio augeri
aut minui; ita & hac in parte inter motum particulæ & mo-
tum corporis in cycloïde oſcillati analogia datur *. * 156.

Si manente latitudine undæ particulæ per majus ſpatium
excurrant, major erit compreſſio & dilatatio aëris in unda,
majorque elaſticitatis actio, & quidem in eadem ratione
major in qua ſpatium itu & reditu percurſum augetur: &

motus particulæ ut *p* in hoc casu a motu in casu præcedenti differt, ut differunt pendulorum æqualium oscillationes
* 156. inæquales, quæ cum æqualibus temporibus peragantur *, & hic illud obtinebit. Particula ergo ut *p*, si maneat undæ latitudo, eodem tempore it & redit, per quodcunque spatium e loco transferatur, id est, eodem tempore latitudinem suam percurrit unda; ideoque *omnes undæ æquales, sive magis sive minus aër agitetur, sunt æque veloces.*

489. Examinentur nunc *undæ* inæquales, *sint* hæ *ut A ad B*, & sint in eadem ratione spatia a particulis in motu singularum itu & reditu percursa; in hoc casu compressiones & dilatationes in locis respondentibus sunt æquales; actiones igitur ex elasticitate non differunt in distantiis respondentibus a punctis mediis spatiorum a particulis itu & reditu percurrendorum. Idcirco *motus* hi *sunt analogi cum motibus duorum pendulorum, quorum longitudines sunt ut A & B,* & quæ arcus similes excurrunt; in horum enim arcuum punctis respondentibus gravitatis actio eadem est.

In pendulis gravitatis actio cum aucta materiæ quantitate crescit, & quæcunque fuerit hæc quantitas, motus est æque velox quandiu ipsa gravitas non mutatur; elasticitatis actio contra in motu undarum determinata est, pendetque a distantia inter particulas, & velocitas quæ, manente elasticitate, ex
490. hac generatur est inverse ut quantitas materiæ movendæ *.
* 65. *In undis memoratis* quantitates materiæ sunt ut undarum latitudines A & B, & velocitates ex elasticitate generatæ sunt igitur in punctis respondentibus ut B ad A. *Motus* ergo hi *analogi sunt cum motibus pendulorum* arcus similes excurrentium, & *diversis gravitatis viribus motorum, quæ sunt inter se ut B ad A*; nam, in punctis respondentibus arcuum similium, celeritates ex gravitatibus diversis oriundæ sunt ut ipsæ gravitates.

Ut nunc undarum motus conferatur cum motu pendulorum, consideranda sunt pendula longitudine differentia,
*489. 490. & in quæ diversæ gravitatis vires agunt *; quidnam hæ causæ
*158. 165. singulatim in duratione vibrationum producant vidimus *. Ambæ hic sunt conjungendæ, & quadrata temporum oscillationum pendulorum, quorum motus cum motu memoratarum

ratarum undarum sunt analogi, sunt ut longitudines A & B *, & inverse ut gravitates B & A *, id est, iterum dire- *489. 158.
cte ut A & B; quarum rationum ratio composita est ratio *490. 165.
quadratorum quantitatum A & B. Ipsa ergo tempora oscillationum sunt ut A & B, & in hac eadem ratione tempora, quibus in undis particulæ eunt & redeunt, id est, undæ latitudines suas, quæ sunt ut A ad B, percurrunt; quæ ergo tempora sunt ut spatia ab undis percursa, ideoque motus æque veloces. Mutato spatio, per quod particulæ eunt & redeunt, undarum velocitas non variat *, quare propor- * 488.
tio, quam pro demonstratione posuimus, inter spatia a particulis itu & reditu percursa negligi potest, & propositio generaliter vera erit, *undas sive æquales sive utcunque* 491.
inæquales eadem velocitate moveri.

Regula hæc, *si* aëris constitutio non mutetur, locum ha- 492.
bet; sed *manente elasticitate aëris densitas sæpe variat*; & *mutari potest* elasticitas densitate manente; tandem ambæ simul mutationi sæpissime obnoxiæ sunt.

In primo casu, positis undis æqualibus ut & spatiis, per quæ particulæ eunt & redeunt, celeritates ex elasticitate, quæ eadem semper est, sunt inverse ut densitates *; sed * 65. 288.
variatio hæc celeritatis respondet in motu pendulorum æqualium variationi ipsius gravitatis *, in quo casu quadra- * 490.
ta celeritatum vibrationum sunt ut ipsæ gravitates *, ideo- * 165.
que *in undis harum celeritatum quadrata sunt inverse ut densitates.* Hypothesis de æqualitate undarum & spatiorum a particulis percursorum universalitatem demonstrationis non minuit *. *488. 491.

Quando densitas manet, sed mutatur elasticitas, celeri- 493.
tas ex hac oriunda in eadem ratione cum hac ipsa variat; quare ex demonstratione propositionis præcedentis in hoc casu *quadrata celeritatum undarum sunt ut elasticitatis gradus.*

Si & elasticitas & densitas differant, quadrata veloci- 494.
tatum undarum erunt in ratione composita directæ elasticitatis *, & inversæ densitatis *. * 493. * 492.

Si densitas & elasticitas crescant aut minuantur in eadem 495.

ratione, inversa ratio densitatis directam elasticitatis destruet, & *non mutabitur undarum celeritas.*

496. Ultimus hic casus exstat in aëris compressione *. Idcir-
* 430. co *ex mutata altitudine columnæ mercurii, quæ ex Atmo-*
* 422. *sphæræ pressione in tubo aëre vacuo sustinetur* *, quod pon-
dus, quo aër in terræ viciniis comprimitur, mutatum indicat, *non debemus undarum celeritatem mutatam dijudicare.* Ex
497. eadem ratione *undæ æquali celeritate in apice montis & in*
* 434. *valle moventur*; nisi mutatio in ipsa elasticitate ex frigore *,
in apice montis fere semper magis intenso, detur; ex quo
* 493. undæ lentius moventur *.

498. *Undas æstate celerius quam hieme moveri* * etiam patet.
* 434. Confertur undarum celeritas cum velocitate corporis ca-
499. dendo acquisita, *determinando*, ex nota altitudine mercurii,
* 422. quæ cum Atmosphæræ pressione æque ponderat *, ut &
* 442. aëris densitate *, *altitudinem Atmosphæræ posita hac ubique
ejusdem densitatis cum aëre in terræ viciniis; undarum velocitas erit quam corpus a dimidia hac altitudine cadendo*
* 157. 158. *acquirere potest.* Quæ velocitas ex ante dictis * per Experimenta circa pendula facta facile detegitur.

Si pondus quo aër comprimitur minuatur, in eadem ra-
* 429. tione aër sese expandit *, & posita Atmosphæra ubique ejusdem densitatis hujus altitudo non variat; quod congruit cum eo quod diximus, eandem in variis aëris compressionibus
* 496. esse undarum velocitatem *.

500. Aëris motus, de quo in hac computatione agitur, ex sola elasticitate oritur, & exacta esset computatio, si particulæ ipsæ ad interstitia inter has sensibilem proportionem non haberent; si vero ponamus dari hic proportionem sensibilem, velocior erit undarum motus; propagatur enim per corpora solida in instanti, quod etiam referri debet ad corpuscula heterogenea in aëre natantia.

501. *Undarum in aëre motus sonum producit*; de quo antequam agamus, pauca de sensationibus in genere præmittenda sunt.

502. Adeo arctum est mentis & corporis vinculum, ut quidam motus in hoc cum certis in illa ideis quasi cohæreant & separari

parari nequeant. Ex corporis motu omnibus momentis ideæ novæ in mente excitantur, talesque sunt rerum omnium sensibilium ideæ; nihil tamen commune inter motum in corpore & ideam in mente percipimus. Nexus qui hic datur perspicientiam nostram fugit, neque ullum possibilem esse videmus. Innumera in rerum universitate latent quæ ne quidem ideis attingimus.

Aëris motus undulatorius agitat tympanum auris, quo 503.
aëri, hoc organo contento, motus communicatur, qui in nervum auditorium translatus soni ideam in mente excitat.

Auris structura mirabilis est, & interna, & externa; sed de motu aëris agimus; *hunc esse vehiculum soni* Experimen- 504.
to probatur.

EXPERIMENTUM I.

Orbi plumbeo O adhærent cylindri ex eodem metallo TAB. XXXIII. fig. 1.
C C; campana minor A filo æneo *b d* jungitur; ligulis alligatur cylindris C, C. Orbis O laminæ æneæ Machinæ Pneumaticæ, interposito pulvillo ex bombyce xyli, imponitur; campana A cum orbe & cylindris vitro obteguntur. Clauditur hoc operculo cum pyxide, quam filum æneum mobile D E trajicit*, cohærente; filo jungitur lamina *e f*, ita * 440.
ut circumvolutione fili campana A agitetur. Aër exhauriatur vitro memorato, &, ut dictum, agitetur campana, sonus non auditur. Unica circumvolutione fili D E campana variis vicibus in motu suo it & redit, & de hoc motu agitur, in quo lamina *e f* non tangit filum *b d*. Admisso aëre sonus ut ante auditur.

Ex eo solo quod aër sit vehiculum soni, & quod sine 505.
aëris translatione sonus per illum moveatur, clare sequitur *in sono motum aëris undulatorium dari, & sonum ex motu corporum tremulo oriri.* Hoc etiam extra omne dubium est, in chordis aut nervis tensis, ex quibus agitatione tremula sonus elicitur. In campanis majoribus & in multis aliis corporibus motus hicce tremulus admodum sensibilis est; in campana vitrea sonum edente, Experimento sequenti, visibilis fit.

EXPERIMENTUM 2.

Campana vitrea CC gypso aut arenato coagmentatur cochleæ ligneæ, cujus ope campana firmiter cum ligno AB conjungitur; sustinetur hoc duabus columnis S,S, & cochleis firmatur. Harum columnarum alteram, ad altitudinem oræ campanæ, trajicit clavus cochlea circumdatus, ita ut hunc circumvolvendo extremitas ad quancumque distantiam a campanæ ora firmetur. Posita distantia hac exigua, si pulsetur campana, motu suo tremulo in clavi extremitatem variis vicibus impinget.

506. Ex his deducimus *corpus percussum per aliquod tempus post ictum sonum edere*; fibra agitata per aliquod tempus ex
* 257. elasticitate vibrationes continuat *.

Sæpissime videmus, ut in Experimento 1., corpus sonum edere, licet aër ab eo agitatus nullam cum aëre exteriori
507. communicationem habeat; ex quo sequitur *aëris agitatione fibras, ex quibus corpora constant, moveri; qui motus in aërem exteriorem transfertur*

Hæc soni translatio ex fibrarum motu tremulo maxime notabilis est; & quousque hujus motus communicatio sese extendat, unico Experimento patebit.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. xxxiii. fig. 1. Differt hoc cum Experimento 1. in eo solo, quod loco machinæ plumbeæ COC campana funibus alligatur extremitatibus laminæ æneæ ad instar gnomonis dupli inflexæ, quæ cum orbe Antliæ Pneumaticæ ope cochleæ cohæret. De cetero, evacuato aëre, campana eodem plane modo ac in 1. Experimento agitatur; & parva admodum inter sonos admisso aut exhausto aëre percipitur differentia.

Motus tremulus partium campanæ communicatur filo æneo *b d*, quo funes quibus campana suspenditur moventur, motusque transfertur in laminam æneam inflexam; cochlea, qua hæc cum orbe æneo Machinæ Pneumaticæ conjungitur, orbem hunc tangit, & huic motum tremulum commu-
508. nicat, quo aër agitatur, & sonus campanæ auditur.

*491. 492. *Celeritas soni eadem est cum celeritate undarum, quæ au-*
493. 494. *rem percutiunt*, & quæ de harum celeritate dicta sunt *
495. 496. huc referri debent. Circa n. 499. notandum soni celerita-
497. 498.
499.

tem

tem computatione minime posse determinari; ignota enim est proportio inter diametros particularum & interstitia inter has, ut & quantum spatium particulæ heterogeneæ in aëre occupant non constat. Immediate Experimento detegitur soni celeritas.

Nocte accendatur ignis cum strepitu conjunctus, ad 509.
quamcunque ab hoc igne antea mensuratam distantiam detur spectator, qui breviori pendulo mensuret tempus inter lumen visum & sonum auditum, quo datur soni celeritas; luminis enim motus, saltem in spatio in quo hoc Experimentum institui potest, est momentaneus.

Tali Experimento in Gallia enotuit sonum percurrere 510.
pedes Gallicos mille & octoginta in spatio temporis unius minuti secundi; sed non constans est hæc celeritas *. * 498.

Si eodem tempore, in quo hac methodo determinatur 511.
soni velocitas, duo instituantur Experimenta antea memorata *, poterit computatione detegi motum soni ex aëris *422. 442.
elasticitate *; & ex collatione hujus cum immediate men- * 499.
surata velocitate, dabitur soni acceleratio ex crassitie particularum & materia heterogenea.

*Soni celeritas est æquabilis**; *in majori nihilominus spatio* 512.
aliquando acceleratur aut retardatur *, ex diverso elasti- * 491. * 493.
citatis gradu in variis locis, in quibus gradus caloris aut frigoris diversus datur *. * 434.

Soni celeritas non sensibiliter variat ex vento cum illius 513.
motu conspirante, aut in contrarium flante. Vento certa aëris quantitas de loco in locum transfertur; acceleratur sonus, quandiu per illam aëris partem movetur, si soni directio cum venti directione eadem fuerit; cum autem sonus celerrime moveatur, in tempore brevissimo percurrit aërem a vento agitatum, & non diu acceleratio durat, quæ de cetero non admodum est magna; venti enim violentissimi, quo arbores eradicantur & ædificia subvertuntur, celeritas se habet ad soni velocitatem, circiter ut unum ad triginta tria. Eodem argumento non sensibilem ex vento dari in soni motu retardationem probatur.

Spatium a particulis itu & reditu percursum a vento augeri

514. geri aut minui poteſt; idcirco *ad majorem aut minorem diſtantiam ſonus auditur pro venti directione.*

Intenſitas ſoni pendet ab ictibus aëris in nervum auditorium, & ſunt hi ut quantitates motus in aëre.

515. Unde ſequitur *ceteris paribus intenſitatem ſoni eſſe ut*
* 488. 53. *ſpatium itu & reditu a particulis percurſum.*
63. Ceteris manentibus, ſi pondus quo comprimitur aër mu-
* 496. tetur, celeritas non variat *; denſitas vero in eadem ratio-
516. ne cum pondere mutatur *. Ergo *ceteris paribus eſt ſoni*
*429. 289. *intenſitas ut pondus quo aër gravatur* *; id eſt, creſcit &
* 62. minuitur hæc intenſitas, ut columna mercurii, quæ cum Atmoſphæræ pondere eſt in æquilibrio.

EXPERIMENTUM 4.

TAB. XXXIII. fig. 3. Agitetur campana A in aëre compreſſo * eodem plane
* 454. modo ac in vacuo in Experimento 1., augebitur ſonus; qui iterum minuetur, ſi aperto epiſtomio aër in ſtatum priſtinum reſtituatur.

Cum in aëre compreſſo incluſo ſoni intenſitas major ſit, etiam magis fibræ ex quibus vitrum VV conſtat agitantur, majorque agitatio aëri exteriori communicatur.

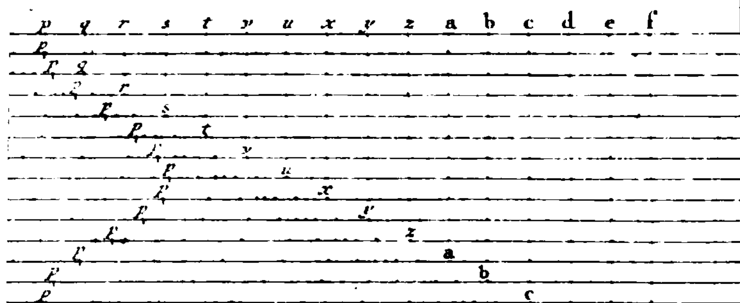
517. *Si cetera maneant, elaſticitas autem augeatur*, in eadem
* 430. ratione cum aucta elaſticitate minuitur denſitas *, celeritas
* 493. vero creſcit ut radix quadrata elaſticitatis *; *ſoni* igitur *intenſitas eſt* directe *ut radix quadra elaſticitatis*, & *inverſe*
* 64. ut ipſa elaſticitas *; ratio vero compoſita ex hiſce eſt inverſa memoratæ radicis quadratæ elaſticitatis. Minuitur id-
518. circo intenſitas ſoni, dum hujus velocitas augetur, & *æſtate*
519. ceteris paribus *minor eſt ſoni intenſitas quam hieme. Æſtate* nihilominus *corpora facilius ſonum tranſmittunt*, quippe quorum partes minus arcte cohærent, ut ſuo tempore dicetur, & facilius motum tremulum acquirunt.

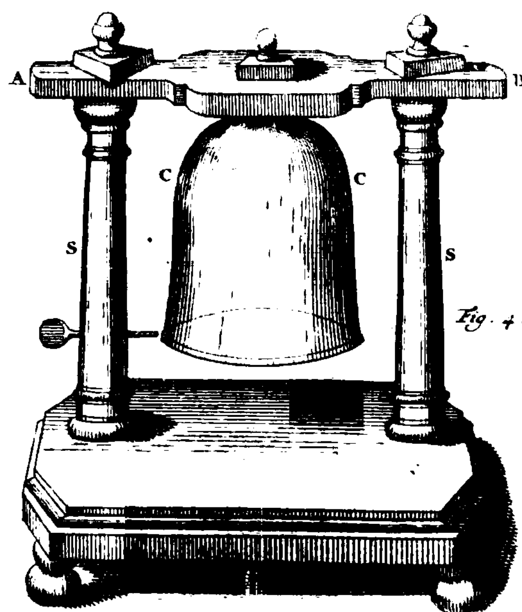
EXPERIMENTUM 5.

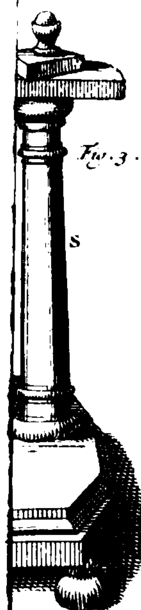
TAB. XXXIII. fig. 5. Campana A in vitro ſuſpendatur, habeatque, aperto epiſtomio, aër in vitro communicationem cum aëre exteriori. Agitetur vitrum, & determinetur diſtantia ad quam ſonus audiri poteſt. Calefacto vitro & Experimento repetito ad majorem diſtantiam audictur ſonus.

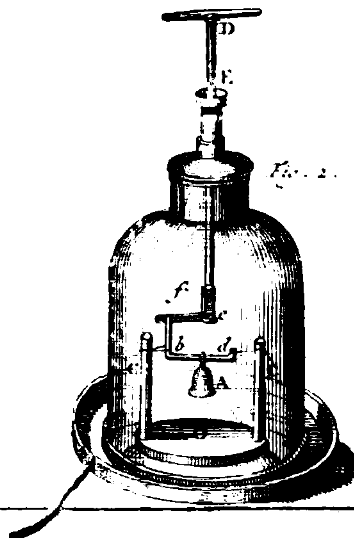
In-

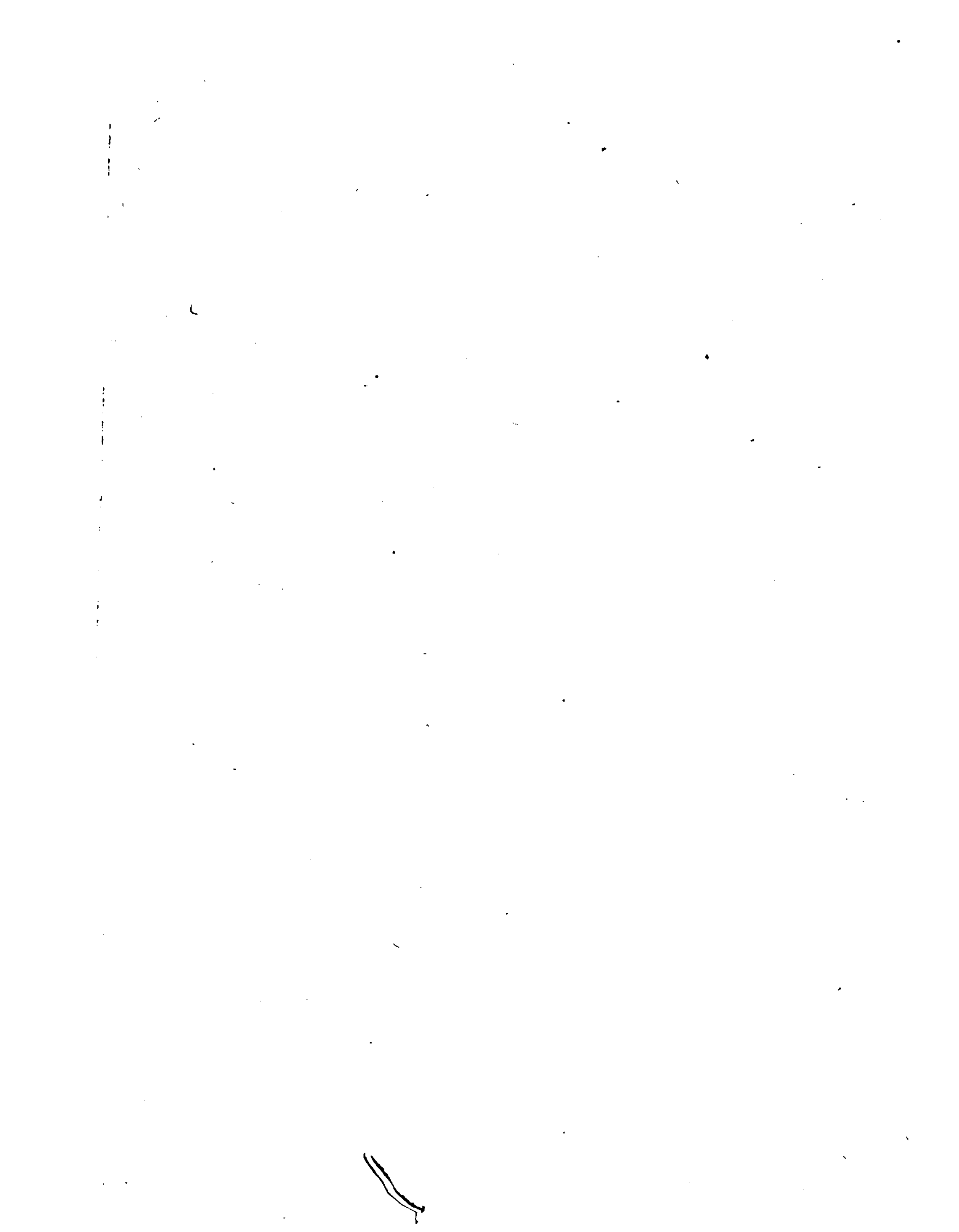
TAB. XXXIII.


p q r s t v u x y z a b c d e f
p
p q
q r
p s
p t
p v
p u
p x
p y
p z
p a
p b
p c


A
B
C
C
S
S
Fig. 4.


Fig. 3.
S


D
E
Fig. 2.
f
e
b
d
A



Intensitas soni in genere considerata est in ratione com- 520.
*posita spatii a particulis itu & reditu percursi *, ponderis* * 515.
*aërem comprimentis *, & tandem inversæ rationis radicis* * 516.
*quadratæ elasticitatis *.* * 517.

Datur etiam differentia in sono ex numero vibrationum 521.
fibrarum corporis sonum edentis, id est, ex numero undarum certo tempore in aëre productarum; pro diverso enim numero percussionum in aure sensatio diversa in mente datur.

Ab hoc vibrationum numero pendet tonus musicus, qui 522.
eo magis *acutus* dicitur, quo magis crebri sunt recursus in aëre; eo vero *gravior*, quo minor est undarum numerus;
gradusque acuminis diversorum sonorum sunt inter se ut un- 523.
darum numeri, quæ eodem tempore in aëre dantur.

Tonus ab intensitate soni non pendet, & chorda agitata 524.
eundem edit sonum, sive per majus sive per minus spatium
*eat & redeat *.* * 257.

Consonantiæ oriuntur ex convenientia inter varios motus 525.
in aëre, qui eodem tempore nervum auditorium afficiunt.

Si duo corpora tremula temporibus æqualibus vibrationes 526.
peragant, nulla inter tonos datur differentia, & consonantia hæc omnium perfectissima *Unisonus* dicitur.

Si vibrationes fuerint ut unum ad duo, consonantia vo- 527.
catur *Octava* aut *Diapason*.

Positis vibrationibus ut duo ad tria, id est, si unius cor- 528
poris vibratio secunda cum tertia alterius semper concurrat, consonantia dicitur *Quinta* aut *Diapente*.

Vibrationes, quæ sunt ut tria ad quatuor, dant consonan- 529.
tiam, quæ vocatur *Quarta* aut *Diatessaron*.

Ditonus nominatur, si aëris recursus fuerint ut quatuor 530
ad quinque.

Et *Sesquiditonus* dicitur consonantia ex concursu quintæ 531.
vibrationis unius corporis cum sexta alterius.

Consonantiæ ex agitatione chordarum, si hæ fuerint ejusdem generis, ex notis harum dimensionibus ut & tensione facile determinantur.

Ceteris paribus, si duarum chordarum longitudines fue- 532.
rint ut numeri recursuum in consonantia, datur hæc inter
*sonos quos chordæ edunt *.* * 259.

533. *Idem* obtinet, si ceteris paribus *diametri prædictam pro-*
* 260. *portionem habent* *.

534. Etiam *si ceteris paribus proportio vibrationum in conso-*
* 258. *nantia detur inter radices quadratas tensionum* *.

535. Et *generaliter, positis chordis ejusdem generis quibuscunque, si ratio composita ex directa longitudinum & diametrorum & inversa radicum quadratarum tensionum sit ratio inter numeros vibrationum eodem tempore peractarum in consonantia quacunque, datur hæc ex agitatione chor-*
* 261. *darum* *.

Hæc omnia a Musicis fuere Experimentis confirmata. Notarunt hi circa hasce chordas Phænomenon admodum notabile, cujus casus varii digni sunt qui explicentur.

536. *Dentur chordæ quæcunque tensæ, vibrationes suas æqualibus temporibus peragentes; agitetur una, movebitur & altera.* Singulæ aëris undæ ex illius chordæ motu tremulo impingunt in hanc, motumque minimum huic communicant; ex motu quantumvis exiguo variis vicibus it & redit
* 257. chorda *, moveturque ex prioris undæ ictu, dum secunda
* 257. accedit, cujus motus cum chordæ motu conspirat *, & hunc accelerat. Quæ de secunda unda dicuntur etiam ad sequentes referri debent, & acceleratio dabitur donec ambarum chordarum motus fuerint fere æquales.

537. Ex eadem demonstratione sequitur *chordam agitatam motum communicare alteri, quæ duas aut tres peragit vibrationes dum prior semel vibratur.*

Si autem chorda agitata varias peragit vibrationes dum chorda ex aëre movenda unicam peragere potest; ex præcedenti demonstratione sequetur motum peculiarem huic communicatum iri. Qui ut detegatur, notandum durationem vibrationis & chordæ longitudinem reciprocari, ita ut ceteris manentibus determinata longitudo ab immutata duratione vibrationis separari neutiquam possit. Si ergo chorda quæcumque variis ictibus percutiatur, quibus huic motus communicatur, & ictus magis crebri sint, quam qui longitudini chordæ conveniunt, hujus pars, cujus longitudo tempori communicatæ vibra-

brationis competit, tantum agitabitur, & motus quasi undulatorius chordæ communicabitur; & longitudo undarum in chorda pendebit a duratione vibrationis communicatæ, id est, a tempore inter ictus.

Dentur duæ chordæ, quarum una bis vibratur dum altera semel, & illa agitetur, duratio vibrationum, quæ ex aëris motu huic chordæ communicantur, competit chordæ semilongitudinis hujus*, & talis est longitudo undarum in hac ipsa. Idcirco *ex motu communicato dividitur chorda in duas partes æquales, punctumque medium quiescit.* Experimento hoc confirmatur jungendo chartæ frustum chordæ, cui motus communicatur, quod si in puncto medio ponatur quiescit, in omni alio loco motu tremulo afficitur. 538.

* 259.

Si chorda agitata, ut ex hujus motu altera moveatur, tres peragat vibrationes dum chorda movenda semel vibratur, ex motu communicato dividetur hæc in tres partes, & duo dabuntur puncta quietis, quod eodem modo Experimento confirmatur. Alii casus motus communicati, qui a Musicis observantur, facile ex prædictis deducuntur. 539.

Quæ de reflexione & inflexione undarum in aqua dicta sunt*, ad harum reflexionem in aëre referri possunt, elasticitate in hoc casu eundem effectum cum pressione aquæ elevatæ in illo exerente. 540.

* 406. 408. 409. 410.

Ex soni reflexione sæpissime oritur soni repetitio, quæ Echo vocatur. Si ejusdem undæ, per sphæram sese expandentis*, partes variæ in varias superficies impingant, ita ut reflexæ concurrant, fortior ibi est aëris motus, & sonus auditur. 541.

* 477.

Variis vicibus sæpe idem sonus repetitur, ex variis ejusdem undæ partibus ad varias distantias reflexis, & quarum quædam successive in eodem loco concurrunt. Talis repetitio etiam aliquando datur ex repetita reflexione. 542.

In tubo per reflexionem augetur sonus: figura omnium perfectissima, quæ tali tubo dari potest, est parabolæ, circa lineam axi ad distantiam quartæ partis pollicis parallelam, rotantis. Si enim quis in tali tubo loquatur, ponendo os 543.

in axe machinæ & in foco parabolæ, undæ ita reflectuntur ut singulæ harum partes motum axi machinæ parallelum acquirant, quo undæ vis & etiam sonus multum augetur. Tubi extremitas, per quam sonus exit, ad formam labiorum inflectitur.

LIBRI SECUNDI FINIS.

CORRIGENDA
ante lectionem.

Pag. 3. *lin.* 30. *innertia* lege *inertia*.
p. 7. l. 17. destingui *lege* distingui l. 29. facille *lege* facile.
p. 11. l. 10. major est *lege* majorem in guttam edit effectum *lin.* 11. *dele* major est l. 13. *dele* ut & ipsa attractione *lin.* 28. 29. 30. *dele* ex cujus...patet.
p. 16. l. 1. *in marg. lege* 60.
p. 18. l. 27 Omniac opora *lege* Omnia corpora
p. 22. l. 2. *quanao* lege *quando*. l. 22. *dele* una
p. 24. l. 23. *in marg. dele* 101.
p. 31. l. 31. Intrudiur *lege* intruditur
p. 33. l. 14. præcipuæ *lege* præcipue
p. 37. *Antepenult.* 8. *lege* t.
p. 39. l. 25. immitiitur *lege* immittitur
p. 40. l. 6. *dele* 1. 3. *lege* 1. 3. 5 l. 20. quum *lege* quo
p. 42. l. 31. *qaibus* lege quibus ibid. *descendunt* lege descendunt l. 35. *scil.* lege scil.
p. 63. l. 10. oriundis *lege* oriundæ
p. 69. l. 15. actionem lege *actionem*
p. 71. l. 12. Machinæ *lege* Machina
p. 73. l. 4. *in marg. lege* * 129.
p. 74. l. 16 *in marg. dele* TAB. XV. fig. 5. & *adscribatur* lin. 26.
p. 80. l. 31. tendens *lege* tendente
p. 88. l. 29. Elasticitatem *lege Elasticitatem*
p. 91. l. 18. *que* lege que
p. 94. l. 23. *igitur* lege igitur
p. 96. l. 27. nonupla *lege* noncupla
p. 99. l. *penult.* aqua *lege* fluidum
p. 100. l. 29. *in marg. lege* * 274.
p. 103. l. 28. *Bc lege* B C
p. 104. l. 20. B*d lege* B D
p. 105. l. 4. *dele* , *lege*:
p. 106. l. 31. autri- *lege* aut tri-
p. 110. l. *ult.* utaquam *lege* ut aquam
p. 111. l. 17. descriptum *lege* descriptus
p. 112. l. 20. 300. & 301. *lege* 302. & 303.
p. 114. l. 34. majorem *lege* minorem
p. 116. l. 12. *in marg. dele* 316. & *adscribatur* lineæ 14.
p. 118. l. *ult.* particulasincurrit *lege* particulas incurrit
p. 120. l. 15. casu liquidi *lege* casu motus liquidi
p. 122. l. 35. mutetur corporis celeritas *lege* mutentur corporum celeritates
p. 125. l. 13. P*p lege* P, *p*
p. 126. l. 13. tur *lege* datur
p. 127. l. 7. *defectus* lege defectus
p. 129. l. 6. *in marg.* 375. lege 357. *ult in marg. dele* 357.
p. 130. l. 28. urvus *lege* curvus
p. 140. l. 26. dele *foraminum* , lege *inversa foraminum*,
p. 150. l. 35. E E *lege* E F
p. 151. l. 3. cum filo connexum *lege*; cum filo connexum, l. 17. percursa *lege* percurrenda l. 27. *dele* ,
p. 158. l. 31. *in marg. lege* TAB. XXVI. fig. 7.
p. 164. l. 27. dele aër *lege* Hydrargyrum
p. 177. l. 24. puncti *lege* punctis l. 27. distantia compscat *lege* distantia, crescat

